DIE ORGANISATION DER TURBELLARIA ACOELA

VON GRAFF

Edw. G. Gardiner
Woods Hole
Mass

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY

WOODS HOLE, MASSACHUSETTS

IN MEMORY OF

EDWARD GARDINER GARDINER

1854-1907

MBL/WHOI
0 0301 0016227 7

595
G 75

DIE ORGANISATION

DER

TURBELLARIA ACOELA

VON

Dr. LUDWIG VON GRAFF

O. Ö. PROFESSOR DER ZOOLOGIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, VORSTAND DES ZOOL.-ZOOTOMISCHEN INSTITUTES AN DER K. K. UNIVERSITÄT GRAZ.

MIT EINEM ANHANGE

UEBER DEN BAU UND DIE BEDEUTUNG DER CHLOROPHYLLZELLEN VON CONVOLUTA ROSCOFFENSIS

VON

Dr. GOTTLIEB HABERLANDT

O. Ö. PROFESSOR DER BOTANIK, VORSTAND DES BOTANISCHEN INSTITUTES UND DES BOT. GARTENS AN DER K. K. UNIVERSITÄT GRAZ.

Mit 3 Holzschnitten und 10 Tafeln.

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1891.

3323

Druck der Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.

INHALTS-VERZEICHNISS.

Seite

Vorrede 1

I. Anatomischer Theil 4

Integument 4

Mehrzellige Drüsen und Giftorgane 11

Mund und Pharynx 13

Parenchym 14

Nervensystem 28

Haut-Sinnesorgane 38

Otolithenblase 38

Frontalorgan 40

Geschlechtsorgane 46

II. Die Stellung der Acoelen 49

III. Systematischer Theil 53

Proporus venenosus (O. Schm.) 56

— Cyclops O. Schm. 57

Monoporus (n. g.) rubropunctatus (O. Schm.) 57

Aphanostoma diversicolor Oerst 59

Convoluta saliens Graff 59

— flavibacillum Jens. 60

— sordida Graff 60

— Lacazii n. sp. 62

— paradoxa Oerst. 62

— Schultzii O. Schm. 63

— Roscoffensis mihi 66

Amphichoerus (n. g.) cinereus Graff 70

IV. Ueber den Bau und die Bedeutung der Chlorophyllzellen von Convoluta Roscoffensis (von Prof. Dr. G. Haberlandt) 75

Erklärung der Tafeln I—X 91

VORREDE.

Die Wichtigkeit der Verbesserung unserer Untersuchungsmethoden wird recht auffällig illustrirt durch die Neubearbeitung der acoelen Turbellarien, welche ich hiermit meinen Fachgenossen unterbreite. Die Darstellung, welche ich vor 8 Jahren[1]) von dieser Thiergruppe gegeben habe, konnte damals für befriedigend und einen wesentlichen Fortschritt bezeichnend gelten. Mich selbst befriedigte freilich schon damals der Theil meiner Arbeit, welcher die Acoela betraf, am allerwenigsten. Die Hoffnung, es würden sich sehr bald andere Kräfte dieser interessantesten Abtheilung der Turbellarien zuwenden, ging — vielleicht mit in Folge der technischen Schwierigkeiten der Untersuchung — nicht in Erfüllung[2]). Und so nahm ich, seit die Ueber-

1) Monographie der Turbellarien. I. Rhabdocoelida. Leipzig 1882.

2) Meines Wissens beschäftigen sich nur die folgenden seither erschienenen Publikationen mit den Acoelen:

a) A. Lang, Die Graff'sche Rhabdocoeliden-Monographie. Biolog. Centralbl. III, pag. 134—142, 165—174, 199—207. Erlangen 1883. (Kritische Bemerkungen).

b) O. S. Jensen, Recherches sur la Spermatogenèse. Arch. de Biologie, T. IV, pag. 35—37. Liège 1883. (Bemerkungen über die Spermatogenese einiger Acoelen).

c) A. Lang, Die Polycladen (Seeplanarien) des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte (Fauna und Flora des Golfes von Neapel, IX. Monographie). Leipzig 1884. (pag. 672 Mittheilung, dass bei einer Acoelen von Messina das Nervensystem beobachtet worden sei, kritische Bemerkungen über die systematische Stellung der Acoela).

d) J. W. Spengel, Referat über L. von Graff's Monographie der Turbellarien, I. Rhabdocoelida. Göttinger gel. Anz. 1884, pag. 182—190. (Kritische Bemerkungen).

e) J. W. Spengel, Darmlose Strudelwürmer. Kosmos XIV. Bd., pag. 12—18. Stuttgart 1884. (Kritisches Referat und Ideen über die Bedeutung der Acoelie).

f) J. V. Carus, Prodromus Faunæ Mediterraneæ, sive Descriptio animalium maris Mediterranei incolarum, Pars I. pag. 139—140. Stuttgart 1884. (Systematische Aufzählung der bekannten Arten).

g) A. Barthélemy, Sur la physiologie d'une Planaire verte (Convoluta Schultzii). Comptes rendus Acad. Sc. Paris, T. 99, pag. 197—200. Paris 1884. (Betrifft hauptsächlich den Stoffwechsel und die Funktion der Zoochlorellen; die wenigen anatomischen Angaben sind falsch).

siedelung nach Graz mich dem Meere näher gerückt hatte, zwischen allen Arbeiten der folgenden Jahre hindurch die Beschäftigung mit den Acoelen wieder auf. Während der Osterferien 1885 verlebte ich, umfangen von der klösterlichen Stille des Franziskanerkonventes zu Lesina unvergessliche Tage beseligenden Naturgenusses auf dieser herrlichen dalmatinischen Insel und fand zwischen Meerespflanzen dicht unter der Gartenmauer des Konventes die Convoluta Schultzii und cinerea, über welche ich im „Zoologischen Anzeiger" 1886 vorläufig berichtete. Als dann Delage's prächtige Arbeit erschienen war, machte ich im Sommer 1886 von der liebenswürdigen Erlaubniss des Herrn Prof. H. de Lacaze-Duthiers Gebrauch, um die grüne Convoluta von Roscoff selbst zu untersuchen und in dem dortigen „Laboratoire" das Muster eines Lehrinstitutes für marine Zoologie kennen zu lernen. Ich hatte aus zahlreichen gelungenen Präparaten nach der von Delage empfohlenen Goldmethode das Nervensystem der Roscoff'er Convoluta kennen gelernt und dasselbe nun mit anderen Methoden auch bei adriatischen Acoelen aufgefunden und genauer studirt. Der Wunsch, ähnliche markante Uebersichtspräparate des Nervensystems, wie sie mir von ersterer vorlagen, nun auch von anderen Acoelen anzufertigen, führte mich im Frühlinge 1889 in die zoologische Station Neapel, wo ich auf die dort erbeuteten Formen nicht bloss Delage's, sondern wohl alle bekannten Methoden der Goldimprägnation anwendete. Das Resultat war aber ein negatives und zwar wie ich glaube deshalb, weil die Zahl der zur Verfügung stehenden Individuen für die Unsicherheit der Goldmethoden zu gering ist. Wenn man unter vielen Tausend vergoldeten Convoluta Roscoffensis

h) S. Perejaslewzew, Sur le développement des Turbellariés. Zoolog. Anzeiger 1885, pag. 269—271. (Vorläufige Mittheilung über Entwickelung der Acoelen und über das Vorhandensein eines Darmes bei denselben).

i) W. Repiachoff, Nachtrag zu vorstehender Mittheilung. Ebend. pag. 272—273. (Vorl. Mitth. über die Entwickelung und einige Punkte der Anatomie einer Acoelen des Golfes von Neapel; dieselben sind aber zu fragmentarisch, um daraus eine bestimmte Species zu erkennen).

k) Y. Delage, De l'existence d'un système nerveux chez les Planaires Acoeles et sur un organ de sens chez la Convoluta Schultzii O. S. Comptes rendus Acad. Sc., T. 101. pag. 256—258. Paris 1885. (Vorl. Mitth. zu der sub n angeführten Arbeit).

l) N. Kleinenberg, Die Entstehung des Annelids aus der Larve von Lopadorhynchus. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, 44. Bd. Leipzig 1886. (Enthält pag. 39 eine Bemerkung über die quergestreifte Beschaffenheit der Spermatozoen „einer neuen" acoelen Planarie).

m) L. v. Graff, Turbellarien von Lesina. Zoolog. Anz. 1886, pag. 338—342. (Vorl. Mittheil. über Anatomie und Systematik der daselbst beobachteten Acoelen).

n) Y. Delage, Études histologiques sur les Planaires Rhabdocoeles Acoeles (Convoluta Schultzii O. Sch.). Archives de Zoologie expérimentale et générale, 2e sér., T. IV. pag. 109—144, Pl. V. et VI. Paris 1886. (Die einzige eingehende Publikation über die Acoelen in dem ganzen achtjährigen Zeitraume!).

Die zahlreichen Publikationen, welche sich ausschliesslich mit der Morphologie und Physiologie der bei Turbellarien und anderen Thieren vorkommenden Zoochlorellen und Zooxanthellen beschäftigen, habe ich hier nicht in Betracht gezogen. Die wichtigsten derselben werden ohnehin im Anhange von meinem Kollegen Haberlandt gewürdigt werden.

nur ca. 30 gelungene Präparate erhält, so darf man nicht erwarten, aus einem Dutzend Amphichoerus cinereus ein solches herzustellen. Vielleicht gelingt dies später einem besseren Techniker. Ich aber schliesse diese Arbeit ab, da auch das bis jetzt vorliegende Material [1]) völlig ausreicht, um die Fragen zu beantworten, die ich mir bei Beginn meiner Untersuchung gestellt.

Eine wesentliche Bereicherung erfährt vorliegende Publikation dadurch, dass Herr Prof. Dr. G. Haberlandt so freundlich war, die Untersuchung der Zoochlorellen von Conv. Roscoffensis zu übernehmen und die Resultate derselben hier anzuschliessen. Ihm und Herrn Prof. H. de Lacaze-Duthiers in Paris, der durch Gewährung eines Arbeitsplatzes im „Laboratoire" zu Roscoff und dadurch, dass er mir wiederholt Sendungen von lebenden Convoluten von dort zugehen liess, es ermöglichte, meine Arbeiten auch auf das Untersuchungsobjekt Y. Delage's auszudehnen — sei hiermit mein herzlichster Dank dargebracht.

Für werthvolle technische Beihilfe bin ich auch meinem Assistenten Herrn Privatdozenten Dr. L. Böhmig verpflichtet, sowie der bewährten Firma Werner & Winter für die vorzügliche Ausführung der Tafeln und dem Herrn Verleger für die allen meinen Wünschen entgegenkommende Ausstattung der Publikation.

[1]) Meine erneuten Untersuchungen haben sich auf folgende Species erstreckt und eine, im systematischen Theile dieser Arbeit eingehend zu begründende, veränderte Benennung einiger derselben nothwendig gemacht:

Proporus venenosus (O. Schm.).
— — (jetzt **Monoporus n. g.**) rubropunctatus (O. Schm.).
Aphanostoma diversicolor Oerst.
Cyrtomorpha (jetzt **Convoluta**) saliens Graff.
Convoluta flavibacillum Jens.
— — sordida Graff.
— — Lacazii n. sp.
— — paradoxa Oerst.
— — Schultzii O. Schm.
— — Schultzii Geddes und Delage (jetzt **Conv. Roscoffensis** Graff).
— — (jetzt **Amphichoerus n. g.**) cinerea Graff.

Von diesen lagen jedoch Aphan. diversicolor, Conv. saliens und Conv. flavibacillum nur in alten Spiritusexemplaren vor.

I. ANATOMISCHER THEIL.

Integument.

In meiner Monographie hatte ich (p. 45—46) das Epithel der Acoelen dargestellt als eine stets kernführende Schicht, deren einzelne Zellen zwar nicht auf Schnitten, aber durch Macerationsmittel isolirt zur Ansicht gebracht werden können. Im Allgemeinen stimmt damit die Beschreibung von Delage überein[1]), doch konstatirt derselbe für Convoluta Roscoffensis die Kernlosigkeit der Hautschicht, die aus einer stark färbbaren Cuticula und einer fast farblos bleibenden inneren Partie bestehe, in welche hinein sich die Wurzeln der Cilien fortsetzen. Die Letztere soll in ein spärliche Zellen enthaltendes „Réticulum sous-epidermique" übergehen.

Es sei zunächst hervorgehoben, dass gerade für das Integument die beiden grünen Convoluten höchst ungünstige Objekte darstellen, schon der geringen Dicke des Epithels wegen. Statt daher von Convoluta Schultzii, wo das letztere 0,0013 mm oder von Convoluta Roscoffensis, wo dasselbe 0,0019 bis höchstens 0,00256 mm[2]) dick ist, auszugehen, wollen wir lieber Amphichoerus cinereus zur Grundlage unserer Darstellung nehmen, wo das Epithel mehr als dreimal so stark entwickelt erscheint. Es erreicht hier (Taf. I, Fig. 13) eine Höhe von 0,0094 mm und enthält dreierlei Elemente: die eigentlichen Epithelzellen (z), die interstitiellen Zellen (z_1) und die Drüsen mit ihren Ausführungsgängen (dr). Was die an der Hautoberfläche zu Tage treten-

[1]) l. c. pag. 140 „la couche superficielle de la peau est formée, chez les jeunes, de cellules nucléées et que, avec le progrès de l'accroissement, les cellules se soudent intimement, tandis que les noyaux disparaissent. Il se forme ainsi une couche ciliée, qui n'est pas encore un syncytium, puisque les cellules sont encore séparables, mais qui est un acheminement vers ce genre particulier de tissus".

[2]) Delage giebt (pag. 139) die Dicke auf 3 μ an — die (allerdings geringe) Differenz ist wohl darauf zurückzuführen, dass D. an Stellen von Schnitten gemessen hat, die nicht ganz senkrecht zur Fläche der Haut verliefen, wie z. B. in seinen Figuren 3 und 4.

den intercellulären Lücken des Epithels betrifft, so ist wohl zu unterscheiden zwischen den nicht selten durch die Wirkung der Reagentien auftretenden Spalten, wie sie z. B. in Tafel II Fig. 5 zu sehen sind und den mit grossen runden Löchern ausmündenden flaschenförmigen Hohlräumen (dr_1), die bald auf die Hautschicht beschränkt bleiben, bald sich tief ins Parenchym hinein erstrecken. Im Uebrigen schliessen die Epithelzellen an der Oberfläche sich eng aneinander, während sie dem Hautmuskelschlauche (rm und lm) mit mannigfach gestalteten, oft verzweigten Füsschen aufsitzen. Dadurch wird die basale Partie des Epithels alveolär und das System der mit einander kommunizirenden Lückenräume (vergl. auch Tafel III Fig. 4, ep) erscheint bei schwacher Vergrösserung als eine helle Zone. Die häufig wahrzunehmenden runden oder ovalen Kerne der Epithelzellen (Durchmesser 0,00256 mm) färben sich in Pikrokarmin schwächer als die viel grösseren (0,005 mm breiten) Kerne der interstitiellen Zellen, wogegen die Kerne der Drüsen in Grösse (0,0039 mm) und Tinktionsfähigkeit in der Mitte zwischen diesen beiden stehen. Die interstitiellen Zellen sind eingelagert in die Lücken zwischen den Fussfortsätzen der Epithelzellen und manchmal so zahlreich, dass ihre Kerne lokal ganz dicht angehäuft die Hautschicht erfüllen. Bei Polykladen sind nach Lang (l. c. pag. 49—51) die gesammten Epithelelemente in ein kernführendes, netzartiges „interstitielles Gewebe" eingebettet, welches der genannte Forscher auffasst „als ein durch Verschmelzung indifferenter Epithelzellen entstandenes Stützgewebe der übrigen specifisch differenzirten Epithelzellen". Danach hätten wir bei den Acoelen einen im Verhältniss zum Polykladenepithel genetisch älteren Zustand repräsentirt, indem hier die indifferenten Epithelzellen isolirt erhalten und noch nicht zu einem interstitiellen Gewebe verschmolzen sind. Man könnte hier (s. unten S. 23) allerdings auch daran denken, dass diese Zellen eingewanderte freie Parenchymzellen darstellen, welche als Träger der Nährstoffe in das Integument gelangt sind.

Eine Cuticula in dem Sinne eines homogenen Grenzhäutchens fehlt — was als solche erscheint (f), erweist sich nämlich als aus einzelnen intensiv gefärbten Stäbchen zusammengesetzt, die wir mit Engelmann[1]) als „Fussstücke" der Cilien betrachten müssen. Sie setzen sich nach aussen in helle Zwischenglieder fort, die in einen Bulbus (b) anschwellen, ehe sie in den Schaft der Cilie übergehen. Ausserdem (— besonders deutlich in dem Osmium-Essigsäurepräparat Tafel III Fig. 4 —) bemerkt man eine ähnliche helle Zone auch nach innen von den Cilien-Fussstücken im Plasma der Epithelzelle und als deren Begrenzung feine körnchenartige Anschwellungen der Cilienwurzeln (w).

Ganz ähnlich wie bei Amphichoerus cinereus liegen die Verhältnisse bei Convoluta flavibacillum, sordida und paradoxa. Als Unterschiede von Bedeutung möchte ich nur für Convoluta sordida das viel stärkere Hervortreten der

[1]) Th. W. Engelmann, Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen. Pflüger's Archiv für Physiologie, Bd. XXIII. Bonn 1880.

Körnchen der Cilienwurzeln, für beide zuletzt genannten Species aber die eigenthümliche Erscheinung erwähnen, dass bei ihnen ein und dieselbe Härtungs- und Färbungsmethode (Hämatoxylin z. B.) bald zahlreiche Epithelkerne hervorhebt, bald gar keine oder doch nur sehr wenige Kerne des Epithels tingirt, wenn auch in allen übrigen Theilen bei beiden Individuen die Tinktion eine gleich tadellose wäre.

Aphanostoma diversicolor und Monoporus rubropunctatus mit ihrer zahlreiche runde 0,00256 mm breite Kerne enthaltenden und 0,005 mm hohen Epithelschicht schliessen sich an die Convoluten an, wogegen bei Proporus venenosus zwar der Bau derselbe ist (Tafel X Fig. 8, ep) bis auf die geringe Höhe (0,0038 mm), die Kerne dagegen äusserst spärlich anzutreffen sind (vergl. Fig. 4 und 7).

Um schliesslich noch die beiden grünen Convoluten zu erwähnen, so ist schon oben die geringe Dicke der epithelialen Schicht hervorgehoben worden. Ihre Zusammensetzung hat Delage für Convoluta Roscoffensis beschrieben und ich kann dem bloss hinzufügen, 1. dass auch hier der Wimperapparat denselben Bau hat wie bei Amphichoerus cinereus — Delage hat die Bulbi der Cilien und ihre Fussstücke übersehen, dagegen die Anschwellungen der Wurzeln in seinen Figg. 3 und 4 als etwas zu derbe Strichelchen gezeichnet —, 2. dass das, was er als „Réticulum sous-épidermique" bezeichnet, unserer alveolären Basalschicht des Epithels entspricht.

Hautmuskelschlauch. Alle von mir untersuchten Acoelen — auch die früher als vermeintliche Ausnahme hingestellte Convoluta flavibacillum — haben die drei Faserschichten, die s. Zt. (Monogr. p. 65) für Convoluta paradoxa von mir und für Convoluta Roscoffensis von Delage (l. c. p. 140, Fig. 3) beschrieben wurden: Ring-, Diagonal- und Längsfaserschicht. Stets ist letztere die kräftigste und deren Fasern am weitesten von einander entfernt, während die Ringfasern am dichtesten angereiht sind und die Diagonalfasern zwischen beiden in der Mitte stehen, was die Anordnung betrifft. In der Dicke finde ich die Diagonalfasern bei den meisten Formen (Convoluta Schultzii, sordida, paradoxa, Amphichoerus, Aphanostoma, Proporus) hinter den Ringfasern zurückbleibend, wogegen sie bei Convoluta Roscoffensis von Delage mit Recht stärker als letztere gezeichnet werden.

Im Allgemeinen sind die Gattungen Convoluta und Amphichoerus viel muskelkräftiger als die Angehörigen der Genera Aphanostoma, Monoporus und Proporus und es spricht sich dies bei ersteren besonders in der Stärke der Längsfasern aus, die dort meist die Form von senkrecht zur Körperoberfläche gestellten Bändern besitzen, wie dies ganz exquisit bei Amphichoerus cinereus (Tafel III Fig. 4, lm) und Convoluta sordida (Taf. IV Fig. 5) ausgeprägt ist. Von den beiden grünen Convoluten hat die Convoluta Roscoffensis ebenfalls bis 0,0025 mm breite Bänder als Längsmuskeln, deren Durchschnitte einzeln oder zu zweien zusammenliegend namentlich auf Osmiumkarmin-Querschnitten hervortreten. Von allen bisher bekannten Acoelen am muskelkräftigsten erscheint aber Convoluta sordida, nicht bloss dadurch, dass hier die Längsbänder ebenso dicht gestellt sind wie die Ringfasern (in Zwischenräumen von

0,00256 mm, während die Diagonalfasern 0,005 mm von einander entfernt sind) und gegen die Mitte des Rückens noch mehr zusammenrücken und breiter werden, sondern auch durch die beiden mächtigen Seitenrandmuskeln, die gegen die beiden Körperenden hin in der Längsmuskelschicht verstreichen, sonst aber (Taf. V Fig. 1—3, sm) als kräftige, durch verdichtetes Parenchymgewebe zusammengehaltene, selbständige Faserbündel imponiren. Sie sind als lokale Verstärkungen der Längsfaserschicht des Hautmuskelschlauches zu betrachten.

Wenn Delage behauptet (l. c. pag. 141—142), dass die Längsfasern je in eine bindegewebige Scheide eingeschlossen seien, so kann ich dagegen nur sagen, dass ich eine solche nicht habe sehen können — und auch in der Fig. 15 von Delage nicht sehen kann. Was in letzterer gezeichnet ist, kann man allerdings auf guten Flächenschnitten wiederfinden: die Räume zwischen den Muskelfasern ausgefüllt durch das überaus feine Maschenwerk des Parenchyms, welches sich beiderseits der Fasern ein wenig verdichtet, so dass hie und da der Schein eines doppelten Contours — die „gaine conjonctive" — entsteht. Dazu hin und wieder ein Kern oder eine Parenchymzelle — das ist Alles und eine kontinuirliche Bindegewebsscheide wird daraus nur dann, wenn man eine solche der bestimmten Auffassung des Parenchyms zu Liebe braucht.

Einzellige Hautdrüsen. Ganz allgemein verbreitet bei Acoelen sind Hautdrüsen, welche bald Stäbchen einzeln und zu Paketen vereinigt, bald Schleimtröpfchen an die Körperoberfläche befördern, wie dies Delage (l. c. pag. 150) bei Conv. Roscoffensis beobachtet hat. Ich will hier keineswegs auf die noch immer nicht gelöste Frage nach der Funktion der Rhabditen eingehen[1]), sondern nur aussprechen, dass ich diese Drüsen für gleichwerthige Bildungen halte, ob nun das Sekret ein ungeformtes, schleimiges ist oder die Form von Stäbchen hat. Ohnedies wird es auf Schnittpräparaten dadurch unmöglich, eine Unterscheidung zu machen, dass beiderlei Sekrete gegen Farbstoffe ganz gleich reagiren, wo die Konservirungsmethode sie überhaupt erhalten hat. Die meisten der gebräuchlichen Methoden bewirken nämlich ein Ausstossen der Sekrete und wo dies nicht erfolgte, versagt doch oft die Tinktion. So erhält man dann Bilder, wie die von Delage in seinen Figuren 3 und 14 abgebildeten und mein Querschnitt von Amphichoerus cinereus Taf. I Fig. 13 und von Convoluta sordida Taf. IV Fig. 5, wo nur wenige Drüsen (dr) oder kleine Reste (dr_{II}) derselben erhalten geblieben sind, im übrigen aber deren Stelle durch birn- oder flaschenförmige Hohlräume (dr_I) vertreten wird — die „Pseudoglandes" Delage's die natürlich als „simples cavités du réticulum communiquant avec le dehors" (l. c. pag. 150) erscheinen.

Ganz andere Bilder bieten Chromosmiumessigsäure-Präparate mit nachfolgender Hämatoxylintinktion[2]), wie sie auf Taf. I Fig. 11 von Amphichoerus cinereus und

[1]) Vergl. meine Monographie pag. 52 ff.

[2]) Minder prägnante, wenngleich mitunter recht brauchbare Bilder sind auch mit Osmium-Essigsäure als Konservirungs- und Alaunkarmin als Tinktionsmittel zu erhalten.

Taf. VII Fig. 3 und 4 von Convoluta Roscoffensis dargestellt sind. Die Drüsen (dr) mit ihren rundlichen oder ovalen Kernen sind hier theils mit ihrem birnförmigen Körper zwischen die Epithelzellen eingekeilt, theils tief in's Parenchym eingesenkt und entsenden Sekretpfropfen zwischen die Cilienbekleidung, an deren Oberfläche sich das Sekret oft in auseinanderfliessenden Tröpfchen ausbreitet (vergl. auch Proporus venenosus Taf. X Fig. 3). Die grossen Hohlräume fehlen in diesen Präparaten vollständig und höchstens die kleinen Spalten zwischen den Epithelzellen sind als durch die konservirenden Reagentien bewirkte Kontinuitätstrennungen wahrzunehmen. An solchen gelungenen Tinktionen habe ich auch bei Convoluta Roscoffensis in Haut-Flächenschnitten die zahlreichen tingirten Punkte wahrnehmen können, von denen Delage (pag. 149) spricht und welche den Eindruck machen, als wäre das Epithel von Kernen durchsetzt, während es nur die Durchschnitte gefärbter Sekretpfröpfchen sind. Doch hat sich in Delage's Präparaten die Tinktion nicht auch auf den Leib der Drüsenzelle selbst erstreckt!

Im Allgemeinen scheint bei allen Acoelen die Bauchseite reichlicher mit Drüsen versehen zu sein als der Rücken. Bei keiner Species ist aber dieser Unterschied so auffallend wie bei Convoluta saliens. Während hier auf der Dorsalseite die Hautdrüsen einzeln und stets durch grössere Zwischenräume getrennt auftreten, sind sie auf der Bauchseite — und besonders im Mittelfelde derselben — so dicht gedrängt, dass kaum ein Ausführungsgang vom andern um die Dicke einer Drüsenzelle entfernt ist. Da auch die tief im Parenchym liegenden Drüsenzellen selbst von Hämatoxylin lebhaft gefärbt sind, so kann man an solchen Präparaten schon bei ganz schwacher Vergrösserung an dem Drüsenreichthume allein Dorsal- und Ventralseite unterscheiden.

Eine Eigenthümlichkeit, wie ich sie bei keiner anderen Acoele wiederfinde, bieten die Hautdrüsen von Monoporus rubropunctatus. Wie bei Convoluta Roscoffensis und Amphichoerus cinereus sind auch hier (Taf. IX Fig. 5, dr) die Drüsenleiber meist tief in das Parenchym eingebettet, manchmal (dr_1) auch dicht unter dem Intugemente gelegen, aber demselben parallel angeschmiegt, so dass der Ausführungsgang eine Strecke dicht am Hautmuskelschlauche entlang läuft, um dann plötzlich senkrecht nach aussen abzubiegen. Die Ausführungsgänge aber sind (zwar nicht bei allen, aber bei der übergrossen Mehrzahl ber Drüsen) nicht gerade sondern spiralig gebogen und diese Spiraldrehung beginnt meist schon an dem noch im Parenchym liegenden Theile des Ausführungsganges.

Jedenfalls ist es sehr merkwürdig, dass selbst bei solchen Species, bei welchen im Leben massenhaft Stäbchen und Stäbchenpakete beobachtet werden, an konservirten Präparaten selbst bei einer im übrigen ausgezeichneten Tinktion, kaum Spuren von Stäbchen in der Haut nachzuweisen sind. Es ist diese — von Herrn Dr. Böhmig auch bei den Alloicoelen konstatirte — Thatsache um so auffallender, wenn man sich vergegenwärtigt, wie resistent die Rhabditen bei Land- und Süsswasserplanarien, bei Polykladen und den meisten Rhabdocoelen sind und wie lebhaft sie sich dort färben.

Indessen hat schon Lang (Polykladen pag. 50) darauf hingewiesen, dass bei gewissen Konservirungsmethoden die Rhabditen zu einem Schleimklumpen verschmelzen und so gehen sie wohl auch bei Acoelen und Alloiocoelen durch Quellung zu Grunde und die netzartigen Strukturen in den Hautdrüsen, wie sie durch Hämatoxylintinktion hervorgerufen werden, sind nichts als die Reste derjenigen Rhabditen, welche nicht schon vorher bei der Konservirung ausgestossen wurden.

Nur bei Proporus venenosus kann ich an Schnittpräparaten eine, dem Befunde am lebenden Objekte entsprechende Klassifizirung der Hautdrüsen vornehmen. Hier habe ich neben Stäbchen und Stäbchenpaketen noch „flaschenförmige, an einem Ende allmählich in eine feine Spitze ausgehende Körper, durchaus von feinkörniger Masse gebildet" (Monographie pag. 218) beschrieben (Schmidt's „Giftorgane"). „Sie stecken in der Regel so in der Haut, dass das stumpfe Ende etwas über die Oberfläche vorragt und finden sich viel zahlreicher im Vordertheile des Körpers als hinten". Verbreitung und Struktur weisen auf jene Drüsen (Taf. X Fig. 3—9, dr_I), welche durch ihre grossen runden Kerne auffallen und sich deutlich von den Stäbchendrüsen (dr) durch die Form und durch die Beschaffenheit der Kerne unterscheiden, die bei letzteren stets platt, oval und an die Wand der Drüse gedrängt erscheinen. Auch ist bei der genannten Art in den Stäbchendrüsen noch hin und wieder ein grösseres Stäbchen (Fig. 9, dr) oder ein Paket kleinerer Stäbchen (dr_{II}) zu erkennen, wenngleich nicht oft und nicht schärfer umschrieben als bei Amphichoerus cinereus, von welchem Taf. I Fig. 13, dr ein solches seltenes Vorkommniss abgebildet wurde. Mit Ulianin wollen wir die ersterwähnte Art von Drüsen mit runden Kernen als „Schleimdrüsen" bezeichnen, obgleich es nicht ganz sicher ist, ob dessen Abbildung [1]) gerade eine solche zur Vorlage hatte. Im Leben quillt ihr Sekret offenbar in grösseren Tropfen über die Hautoberfläche vor und zieht sich bei der Ablösung in einen feinen Faden aus — worauf meine s. z. Beschreibung und Abbildung sowie die Darstellungen, welche Schmidt [2]) und Ulianin [3]) von den „Giftorganen" gegeben haben, zurückzuführen sind.

Sagittocysten. Die Untersuchung der beiden grünen Convoluten hat mir die erwünschte Gelegenheit geboten, die von Schultze und Geddes untersuchten Sagittocysten dieser beiden Species aus eigener Anschauung kennen zu lernen und mich davon zu überzeugen, dass die von mir früher (Monographie pag. 52) geäusserten Zweifel an dem specifischen Charakter dieser Gebilde unberechtigt waren. In der That haben wir es in den Sagittocysten der beiden grünen Convoluten mit, wie es scheint, von Flüssigkeit erfüllten Blasen zu thun, die durch Platzen an einem Ende

1) W. Ulianin, die Turbellarien der Bucht von Sebastopol, Ber. d. Freunde d. Naturwiss. zu Moskau, 1870, Taf. I Fig. 10.

2) Neue Rhabdocoelen etc. 1852, Taf. IV Fig. 15a.

3) l. c. Taf. I Fig. 9.

eine starre Centralnadel ausstossen (Taf VIII Fig. 2—4). Jede Sagittocyste ist in eine kernhaltige Zelle eingeschlossen und es misst z. B. die Tafel VII Fig. 8 abgebildete Sagittocystenzelle von Convoluta Roscoffensis (aus einem in Pikrokarmin tingirten Längsschnitte) 0,04 mm Länge bei einer Breite von 0,012 mm; ihr ovaler Kern, welcher ein von einem hellen Hofe umschlossenes Kernkörperchen enthält, hat einen Längsdurchmesser von 0,007 mm. Diese Bildungszellen der Sagittocysten liegen grösstentheils dicht unter dem Integumente und senkrecht zur Körperoberfläche, so dass das schmälere Ende zwischen die Epithelzellen eingekeilt ist. Doch findet man sie auch tiefer im Parenchym abgerückt vom Integumente, und hängen sie mit letzterem wahrscheinlich ebenso durch einen Fortsatz zusammen, wie die Drüsen vermittelst ihrer Ausführungsgänge den Zusammenhang mit dem Epithel bewahren, aus welchem sie hervorgegangen sind.

Ich fand die Sagittocysten stets nur in der Region von der weiblichen Geschlechtsöffnung bis zum Hinterende des Körpers und zwar am dichtesten in letzterem selbst angehäuft (Taf. VII Fig. 1 und 11, sa). Selten beträgt ihre Zahl über 100, wie in dem Fig. 1 abgebildeten Individuum von Convoluta Roscoffensis, meist sind deren viel weniger, oft sogar nur einige oder eine einzige vorhanden. In diesen Fällen und in jenen, wo überhaupt keine Sagittocysten aufzufinden waren, sah ich an Stelle der letzteren feine Nadeln von 0,016—0,027 mm Länge in derselben Weise im Körper vertheilt wie sonst die ausgebildeten Sagittocysten. Wurden diese Nadeln[1]) durch Zerquetschen des Thieres isolirt, so zeigte es sich, dass jede von einem den Spitzen entsprechend spindelförmig ausgezogenen Plasmahofe umgeben war (Taf. VII Fig. 7). Ich glaube nicht zu irren, wenn ich in diesen Elementen junge Sagittocystenzellen erblicke, in denen zunächst nur erst die centralen Nadeln der Sagittocysten gebildet sind. Unterstützt wird diese Auffassung durch die Thatsache, dass bei kleinen Individuen von Convoluta Schultzii und Roscoffensis immer nur solche Nadeln gefunden werden. Von der letzgenannten Species habe ich durch zahlreiche Beobachtungen konstatirt, dass erst in Individuen von ca. 2 mm Länge neben den erwähnten Nadeln eine oder wenige ausgebildete Sagittocysten in der Gegend zwischen den beiden Geschlechtsöffnungen zu treffen sind. Dies ist zugleich die Grösse, bei welcher die (auch hier vor der weiblichen Reife erscheinende) männliche Geschlechtsreife einzutreten pflegt. Sind dagegen Spermaballen und Vasa deferentia noch nicht wahrzunehmen, so sucht man auch bei Individuen von 2 mm Länge und darüber vergebens nach ausgebildeten Sagittocysten, auf welche man mit Sicherheit erst bei Individuen von 2,4 mm angefangen rechnen kann.

---

[1]) Auf sie bezieht sich möglicherweise der Schlusspassus der folgenden Stelle bei Barthélemy (l. c. p. 198): „Je ne dois pas oublier, de mentionner l'existence, non constante, de bâtonnets fusiformes, enchassés dans la cuticule par une espèce de tête de clou, et réunis souvent au nombre de quatre à la partie postérieure de l'animal; enfin de paquets de Nématoides parasites très fins et granuleux, à extrémité très atteuée et qui, détachés de l'animal, vivent et se rémuent pendant quelques temps . . . .“

Die Gleichzeitigkeit des Auftretens ausgebildeter Sagittocysten und der männlichen Geschlechtsreife berechtigt aber zu der Vermuthung, dass erstere in irgend einer Beziehung zur Geschlechtsfunktion stehen und es liegt am nächsten, für sie die Funktion von Reizmitteln bei der Begattung in Anspruch zu nehmen. Es sei dabei an die „Giftorgane" von Convoluta paradoxa erinnert, für welche ich eine ähnliche Korrelation mit dem männlichen Geschlechtsapparate konstatiren konnte (Monographie pag. 61).

Das was hier über Bau und Entwickelung der Sagittocysten mitgetheilt wurde, spricht ohne Zweifel sehr für die Richtigkeit der von mir früher (Monographie pag. 57) vorgetragenen Anschauung von den morphologischen Beziehungen zwischen Rhabditen und echten Nematocysten.

Mehrzellige Drüsen und Giftorgane.

Von den eigentlichen Hautdrüsen verschieden sind die sonderbaren drüsenähnlichen Gebilde, welche ich s. Z. (Monographie pag. 60, Taf. III Fig. 10) als „die Drüsen" von Convoluta paradoxa beschrieben hatte. Seither habe ich dieselben auch bei Convoluta flavibacillum aufgefunden, kann aber zugleich konstatiren, dass sie bei keiner der beiden Arten ein ständiges Vorkommniss darstellen. Dieser Umstand, sowie die eigenthümliche Form des Kernes lassen mich vermuthen, dass wir es in denselben mit parasitischen Protozoen zu thun haben.

Dagegen fand ich bei allen von mir in Schnitte zerlegten Exemplaren von Convoluta sordida bisher ungekannte Organe in Gestalt von grossen flaschenförmigen Drüsen, die von mir und anderen an Quetschpräparaten bisher übersehen worden sind. Auf Taf. IV Fig. 2 ist ein Querschnitt aus der Gegend unmittelbar vor dem Otholithen abgebildet, welcher ventral und an den Seiten mit diesen flaschenförmigen Organen (go) bespickt ist. Dieselben ragen mit ihrem abgerundeten blinden Ende weit in das Parenchym hinein, im vorliegenden Falle bis an das Gehirn, während das verschmälerte distale Ende (der Flaschenhals) zur Körperoberfläche ausmündet. In der Grösse sind diese Organe sehr verschieden, die grössten haben einen Längsdurchmesser von 0,04—0,05 mm bei einer Breite des Flaschentheiles von 0,02 mm. Der letztere ist, wie man auf Durchschnittsbildern (Fig. 6, c) sieht, gebildet von einem Drüsenepithel mit grossen runden Kernen von 0,0038 mm Durchmesser, die dicht gedrängt sind und auf meinen Präparaten keine deutlichen Zellgrenzen zwischen sich erkennen liessen. Gegen den Ausführungsgang hin werden die Kerne oval, bis 0,006 mm lang und sind parallel der Längsachse des Organes gestellt. Der Ausführungsgang hat eine streifige Struktur, macht den optischen Eindruck einer Chitinbildung und scheint zusammengesetzt aus den Prolongationen der mit ovalen Kernen versehenen distalen Zellen (c_1). Er setzt sich überall (wo er nicht abgeschnitten wurde, wie bei b_1)

in eine über die Körperoberfläche vorragende Spitze (b) fort, die sich ganz allmählich verjüngt. Wenn die meisten dieser zarten Spitzen auf meinen Schnittpräparaten verbogen und oft wie abgeknickt erscheinen, so ist dies wahrscheinlich eine Folge der Konservirungs- und Einbettungsproceduren. Das Innere der flaschenförmigen Organe ist von einer schleimartigen Masse (s) mehrweniger vollständig erfüllt, dem Sekrete des Epithels der Wandung. Was die Vertheilung am Körper anlangt, so gehören diese Organe der Hauptsache nach der Region vor dem Munde an. Gleich die ersten, die Ausmündung des Stirnorganes treffenden Querschnitte enthalten 6 Stück davon: ein Paar jederseits etwas über der Höhe des Stirnorganes, ein Paar unter demselben und ein Paar in gleicher Höhe mit dem Stirnorgane mehr nach aussen gelegen. Etwas weiter hinten kommt ein viertes noch mehr dorsal gelegenes Paar hinzu und in der ferneren Schnittfolge bleibt dann die Anordnung bei rascher Vermehrung der Zahl dieser Organe die in Fig. 2 dargestellte. Nahe der Mundöffnung werden die flaschenförmigen Organe kleiner, sind dann hinter dem Munde im Mittelfelde überhaupt nicht mehr anzutreffen, ziehen sich aber vereinzelt an den Seitenrändern des Körpers bis gegen die weibliche Geschlechtsöffnung hin. Nach einer beiläufigen Schätzung dürften zwischen Vorderende und Mundöffnung ca. 200 Stück angehäuft sein.

In ihrem Baue zeigen die flaschenförmigen Organe eine unverkennbare Aehnlichkeit mit den „Giftorganen", namentlich denjenigen von Convoluta flavibacillum (Monographie pag. 227, Taf. III Fig. 6). Dass gerade die muskelkräftigste, beweglichste und räuberischeste Acoele diese Organe in so grosser Anzahl und in der für den Angriff der Frassobjekte in erster Linie in Betracht kommenden Körperregion besitzt, dürfte die von mir früher (Monographie p. 61) ausgesprochene Ansicht, dass diese „oralen" Giftorgane Waffen zur Bewältigung der Beute darstellen, wesentlich unterstützen.

Ueber die eigentlichen, schon von früher her bekannten „Giftorgane" kann ich nach Untersuchungen an Convoluta paradoxa weitere anatomische Details mittheilen. Ein Individuum in männlicher Reife bot die Verhältnisse dar, wie ich sie in meiner „Monographie" (pag. 61 u. 231) beschrieben habe: ausser dem einen Paare grosser oraler (go) noch zwei Paare genitaler Giftorgane (Taf. V Fig. 7—9) und von letzteren das vordere (go_I) mit deutlicher Mündung nach aussen, während das hintere (go_{II}) zwar noch nicht mit der Aussenwelt kommunizirte, aber doch schon eine Integumenteinsenkung aufwies, die offenbar bestimmt war zum Ausführungsgang zu werden. Es müssen demnach doch beide Paare genitaler Giftorgane zu gleicher Zeit in Funktion treten können, womit sich die von mir früher geäusserte Ansicht modifizirt, wonach das hintere Paar ein blosses Ersatzorgan sein sollte „bestimmt, im Falle des Verlustes des ersten Paares an dessen Stelle zu rücken". Im Baue stimmen die kleinen genitalen mit den grossen oralen Giftorganen völlig überein. An beiden kann man (vergl. Taf. VI Fig. 3) den Ausführungsgang, die Drüse und die accessorische Muskulatur unterscheiden. Der Ausführungsgang, von dem man — ebenso wie von dem

ganz ähnlich gebauten Mundstück der Bursa seminalis (Fig. 4) — bisher bloss die ineinandersteckenden Chitinringe oder -Trichter kannte, besteht nicht bloss aus letzteren (ch), sondern auch aus den zugehörigen Matrixzellen (ma), welche mit ersteren zusammen ein zwiebelförmiges Gebilde herstellen. Der aufgebogene Hinterrand eines jeden Chitinringes geht direkt über in die nach vorne (gegen den Ausführungsgang hin) sich erstreckende Plasmamasse der Matrix und wenn ich die aus verschiedenen Schnittrichtungen erhaltenen Bilder kombinire und die geringe Zahl der schwach tingirten Matrixkerne erwäge, so komme ich zu der Auffassung, dass jeder Chitinring mit seiner zugehörigen Matrix eine einzige Zelle darstellt. Es würde also der Ausführungsgang aus einer Reihe in der Mitte durchbohrter und in der Umgebung des so entstandenen Loches mit einer Chitincuticula versehener Zellen aufgebaut sein. Die kugelige Drüse ist von einem einschichtigen Epithel (de) ausgekleidet, (das leider in den vorliegenden Präparaten recht schlecht erhalten war) und überdies mit einer starken Muskularis (dm) versehen, die, gegen den Ausführungsgang ausstrahlend, mit letzterem die feste Verbindung herstellt. In dem Winkel, der zwischen Drüsenepithel und Ausführungsgang einer- und der Muskularis andererseits frei bleibt, liegen kleine Zellen (z).

Dürfte schon die Kontraktion der (platte Kerne einschliessenden) Muskularis genügen, um eine Ausstossung des Sekretes (s) zu bewerkstelligen, so sind doch noch besondere, das ganze Organ bewegende Muskelgruppen vorhanden. Es sind dies die von der Rückenwand des Körpers entspringenden und an der Spitze des Bulbus sich inserirenden Retraktoren (r) und die Protraktoren (pr), welche zwischen Bauchwand und blindem Ende des Giftorganes ausgespannt sind. Zu erwähnen bleiben noch die dem Körperepithel angehörigen stiftförmigen Körperchen (ne), welche, durch Hämatoxylin tief tingirt, meist paarweise die Umgebung der Mündung des Giftorganes besetzen. Sie stehen nach hinten mit zarten Fädchen in Verbindung und dürften wahrscheinlich als Nervenendigungen anzusprechen sein.

Mund und Pharynx.

Während im I. Bande meiner „Monographie der Turbellarien“ 1882 noch Acoela mit und solche ohne Pharynx (Proporida) unterschieden werden und in den beiden Gruppen der Proporida und Aphanostomida Species mit terminaler und andere mit ventraler Mundöffnung beschrieben sind, kann ich für die hinsichtlich dieser Punkte neuerdings genauer untersuchten zehn Arten konstatiren 1. dass bei allen die Mundöffnung der Ventralseite des Körpers angehört, selbst bei Proporus venenosus, wo dieselbe allerdings dicht unter der vorderen Spitze des Leibes angebracht ist, und 2. dass nirgends der Mund direkt in das Parenchym führt, sondern stets ein — wenn auch manchmal nur sehr kurzes — Pharyngealrohr vorhanden ist. Da

die untersuchten Formen allen Gattungen der Acoelen angehören, so dürften diese beiden Punkte für die Acoela überhaupt Geltung haben.

Wenn auch der Pharynx überall den Charakter des Pharynx simplex im Sinne meiner Monographie (pag. 79) bewahrt, so weist er doch bemerkenswerthe Modifikationen bei den verschiedenen Species auf. Als einfache, in Form eines kurzen Röhrchens in's Parenchym eingesenkte Fortsetzung des Integumentes mit allmählicher Abplattung des Epithels nach innen, erweist sich der Pharynx von Monoporus rubropunctatus (Taf. IX Fig. 5, m), Convoluta Roscoffensis (Taf. VII Fig 3 und 6, m) und Convoluta Schultzii (Taf. VII Fig. 13, m). Bei Convoluta paradoxa (Taf. V Fig. 7 und Taf. VI Fig. 1, m) ist dieses Rohr schon bedeutend länger, sein Epithel höher und sowohl die Muskulatur als die Cilienbekleidung stärker ausgebildet (ph) als am Integumente. Am weitesten senkt sich bei Proporus venenosus der Pharynx in's Parenchym hinein (Taf. X Fig. 5 und 7, ph) — gerade bei dieser Species, bei welcher früher das Vorhandensein eines Pharynx überhaupt geleugnet worden war, erreicht er beinahe ein Viertheil der gesammten Körperlänge, in seinem ganzen Verlaufe die Muskularis und Bewimperung deutlich erkennen lassend.

Eine bisher unbekannte Komplikation des Pharyngealapparates findet sich bei Convoluta sordida (Taf. IV Fig. 4 und 5) und Aphanostoma diversicolor (Taf. V Fig. 4). Bei beiden springt nämlich der Mundrand erst in Form eines ringförmigen Diaphragma (d) vor, ehe er sich zum Pharynx (ph) einsenkt. Besonders fällt dies bei Aphanostoma auf, wo das Pharyngealrohr stark ausgebildet und nach aussen trichterförmig erweitert erscheint. Andererseits begegnen wir bei Convoluta sordida der speziellen Eigenthümlichkeit, dass hier der äusserste Mundrand sich als Lippe (l) aufwulstet, ehe er in das Diaphragma übergeht.

Bei dem Umstande, dass die Stellung der Mundöffnung am Körper als systematisches Kriterium Verwendung gefunden hat, wird der eben vorgetragenen Thatsachen noch im systematischen Theile dieser Arbeit zu gedenken sein.

Parenchym.

Die Darstellung dieses Kapitels werde ich so gliedern, dass ich mit der Beschreibung meiner Befunde unter Angabe der Untersuchungsmethoden beginne, dann die thatsächlichen Angaben von Delage damit vergleiche und zum Schlusse die theoretischen Anschauungen über das Acoelenparenchym, welche dieser Autor und vor ihm Spengel ausgesprochen haben, in Erörterung ziehe.

Als Ausgangspunkt diene Amphichoerus cinereus. Die klarsten Bilder liefert die Konservirung mit Osmium-Essigsäure und nachträgliche Hämatoxylintinktion. In Taf. III Fig. 4 ist aus dem Hinterende eines so behandelten Thieres das Stück eines

Querschnittes abgebildet. Das gesammte Parenchym stellt hier ein aus unregelmässigen Balken und Platten gebildetes Maschenwerk mit grösseren und geringeren Lückenräumen dar. Letztere kommuniziren mit einander und das Plasma der Balken erscheint an den Grenzflächen oft verdichtet und durch stärkere Lichtbrechung ausgezeichnet, innerhalb stärkerer Balken und Platten auch faserig verdichtet oder gefaltet (b). An manchen Stellen geht das stärkere Balkenwerk allmählich und ohne scharfe Abgrenzung in ein zarteres und mehr schaumiges Plasmanetz (b_1) über. Runde oder längliche Kerne von 0,005—0,006 mm Durchmesser sind überall in das plasmatische Netz eingebettet oder demselben angelagert, bisweilen mit einem Plasmarest umgeben (kz), oder es liegen diese Kerne von einer schmalen Plasmazone umhüllt als rundliche Zellen frei in den Parenchymlücken (kz_1), in geringerer Anzahl auch sehr kleine Kerne und sehr kleinkernige Zellen (z_1). Das Balkenwerk verdichtet sich gegen das Integument hin, die Maschen werden kleiner, die Balken schwächer und die eingestreuten Kerne zahlreicher. Dazu kommen in dieser Randzone die zahlreichen blassen und schlanken Leiber der Hautdrüsen (dr). Von diesen Elementen heben sich heraus rundliche bis 0,03 mm breite Zellen (z) mit sehr grossen runden Kernen, die frei in den Parenchymlücken zerstreut sind und durch ihre dunklere Farbe, sowie ihr grobkörniges von zahlreichen kleinen Vakuolen durchsetztes Plasma auffallen. Die Formenmannigfaltigkeit die sie darbieten und der Umstand, dass ich sie in der Umgebung von Frassobjekten besonders zahlreich angesammelt und hier sogar mit, wahrscheinlich dem letzteren entnommenen Inhalte (— gleiches Pigment wie es das Frassobjekt besitzt! —) erfüllt finde, lässt mich in ihnen die eigentlichen Fresszellen des Parenchyms vermuthen. In Taf. I Fig. 12 ist eine Grüppe solcher Zellen abgebildet, wie ich sie einem gefressenen Krebschen dicht anliegend im Querschnitte vorgefunden habe. Die auffallenden Kernveränderungen dürften die Annahme unterstützen, dass diese Zellen sich in lebhafter Verdauungsthätigkeit befanden.

Einen anderen, scharf unterscheidbaren Formbestandtheil des Parenchyms bilden die dorsoventralen Muskeln, welche dasselbe in mehrweniger geschlängeltem Verlaufe durchsetzen (m). Ihr starkes Lichtbrechungsvermögen, der parallele Doppelcontour und die spindelförmigen, bis 0,01 mm langen Kerne machen die Unterscheidung vom plasmatischen Balkenwerke leicht. An ihren Enden fasern sie sich pinselartig auf und inseriren so am Integumente der Rücken- und Bauchseite; aber auch auf ihrem Zwischenlaufe verzweigen sie sich vielfach.

Aehnlich wie der beschriebene Querschnitt aus dem Hinterkörper repräsentirt sich ein solcher aus dem Vorderende (Taf. II Fig. 8), nur dass hier die schon hinter dem Gehirne massenhaft vorhandenen Stirndrüsen (sd) und deren Ausführungsgänge sowie das Nervensystem (g) das Bild kompliziren.

Ganz anders verhalten sich dagegen die Schnitte aus der Mittelpartie des Körpers. Sie sind nicht von dem groben Netzwerke ausgefüllt wie es gegen die Körperenden

vorherrscht und nur die Seitentheile zeigen noch Spuren jener starklichtbrechenden Balken und Platten. Der dem Integumente anliegende Theil des Parenchymgewebes bietet keine Differenz gegen die oben beschriebenen Schnitte, wohl aber die Mitte. Hier herrscht ganz ausschliesslich ein zartes schaumiges Gewebe, das in einzelnen Fladen oder Bändern die grossen Hohlräume der Leibesmitte begrenzt und durchsetzt. Kerne finden sich spärlicher, die freien Zellen (z) dagegen häufiger in diesem Central-Parenchym als in den Körperenden. Dorsoventrale Muskeln fehlen dagegen in der Mitte fast ganz, finden sich dafür aber dichter angereiht rechts und links von der Mittelpartie, diese gegen die Seitentheile des Körpers unvollständig begrenzend.

Aehnliche, wenngleich lange nicht so distinkte Präparate wie durch Osmiumessigsäure erhält man mit Delage's Osmiumkarmin. Dagegen bieten die Sublimatpräparate — so vortreffliche Dienste dieses Reagens auch sonst leistet — ein ganz anderes Aussehen. Sowohl die mit Alaunkarmin (Taf. III Fig. 1) als die mit Hämatoxylin gefärbten Sublimatpräparate (Taf. I Fig. 11) lassen zwar das Parenchymbalkenwerk noch als ein zartes Gewebe erkennen und bei den letztgenannten hebt sich sogar der Texturunterschied zwischen peripherischem (rb) und centralem Parenchym (cb) noch etwas hervor, aber die scharfe Differenzirung dieses Unterschiedes und die deutliche Begrenzung der Balken fehlt. Noch schlechtere Dienste leisten Pikrokarminpräparate. Bei solchen ist von dem eigentlichen Parenchymbalkenwerke fast nichts mehr erhalten und die Schnitte machen den Eindruck, als ob sie von ganz anderen Thierformen herstammten. Bis auf wenige zarte Balkenreste in den peripherischen Regionen des Körpers scheint es hier an einem Parenchymgerüste ganz zu fehlen, so dass die zelligen Einschlüsse völlig frei daliegen. Da Pikrokarminfärbung bei allen Konservirungsarten diesen Effekt hervorruft, so scheint derselbe lediglich auf die macerirende Wirkung der Pikrinsäure zurückzuführen zu sein.

Die Reagentienwirkung ist für die Convoluta-Arten dieselbe wie bei Amphichoerus und wir werden daher in Folgendem die Osmiumessigsäurepräparate von solchen beschreiben, nachdem sich gezeigt hat, dass dieses Reagens am schonendsten auf das Parenchym einwirkt. Querschnitte von Convoluta paradoxa (Taf. VI) fallen im Vergleiche zu Amphichoerus zunächst durch die viel geringere Grösse der Parenchymkerne auf, noch mehr aber durch den bei genauerem Zusehen sich ergebenden Unterschied zwischen dem peripherischen (dem Integumente anliegenden) und dem centralen Parenchym. Während bei der oben besprochenen Form dieser Unterschied nur ein gradueller ist und auf der verschiedenen Weite der Maschen, der verschiedenen Dicke der Balken und der Differenz in der Konsistenz und Lichtbrechung der dieselben bildenden Substanz beruht, finden wir hier einen prinzipiellen Unterschied im Aufbau der beiden das Körperparenchym bildenden Gewebspartien — die übrigens topographisch die gleiche Vertheilung im Körper zeigen, wie dort. Das heisst: auch hier bildet das als Centralparenchym zu bezeichnende Gewebe (Fig. 1, cb) im Querschnitte das centrale Mark des Körpers und nimmt im Flächenschnitte nur das Mittelfeld ein, etwas

vor dem Munde beginnend und nach hinten sich bis zur Konvergenz der beiden Ovarien erstreckend. Die dem Integumente anliegende Art des Parenchymgewebes, das periphere Parenchym (rb) ist dagegen identisch mit dem Gewebe, welches ganz ausschliesslich die Ausfüllungsmasse des Vorder- und Hinterendes des Körpers bildet (Fig. 2). Es besteht dieses letztere aus grösseren und kleineren Blasen, erfüllt von einem homogenen Inhalte und so dichtgedrängt, dass sie keinen Zwischenraum frei lassen. Ihre Randpartie erscheint verdichtet, so dass da, wo die Blasen aneinander stossen, deren dichtere peripherische Substanz den Eindruck eines Netzwerkes hervorbringt, dessen Maschenräume von einer homogenen Flüssigkeit ausgefüllt sind (vergl. Fig. 2). Dass diese Vorstellung aber nicht der Wirklichkeit entspricht, sieht man an den Schnitten aus der Körpermitte (Fig. 1). Auch kann man aus der Lage der rundlichen oder ovalen Kerne (ihre grösster Durchmesser beträgt bis 0,0038 mm), die zwar meistens der Randzone der Blasen an- oder eingelagert, sehr oft aber auch mehr in die Mitte derselben hereingerückt sind, erkennen, dass man es hier mit einem eigenthümlichen Bindegewebe zu thun hat, welches in seinem Baue die grösste Aehnlichkeit mit dem von Böhmig[1]) bei Graffilla muricicola beschriebenen aufweist. Eingekeilt zwischen die blasigen Zellen finden sich die Zooxanthellen, die Nerven (np), Drüsen (dr) und überdies eine grosse Anzahl rundlicher oder den Blasen sich anschmiegend halbmondförmiger, blasser, mit Kern und Kernkörperchen versehener Parenchymzellen von 0,01—0,013 Durchmesser (kz), die an die gleichbezeichneten Elemente von Amphichoerus erinnern. Den aktiven Fresszellen dieser letzteren Species entsprechende Formen finden sich jedoch bei Convoluta paradoxa nicht vor, weder im peripherischen noch im Centralparenchym. Letzteres (cb) wird repräsentirt durch eine grobkörnige, weiche, von grossen und kleinen Vakuolen durchsetzte Plasmamasse, die — bei guter Erhaltung des Präparates! — den gesammten vom peripherischen Parenchymgewebe und den Geschlechtsdrüsen freigelassenen Leibesraum erfüllt. Da sie durchsetzt ist von charakteristischen, kleinen, runden, 0,0026 mm breiten und je ein feines Kernkörperchen enthaltenden Kernen, so hat sie eine auffallende Aehnlichkeit mit dem Darm einer Rhabdocoelen, bei der durch Ausstrecken und Verschmelzen der freien Darmzellenenden das Darmlumen verschwunden ist. Einen wesentlichen Unterschied begründet allerdings das Fehlen jeder bestimmten Umgrenzung dieses Centralparenchyms, dessen Kontour lediglich von der Gestalt der umgebenden Organe bedingt wird, an welche es sich, in deren Spalten und Lücken tief eindringend, innig anschmiegt, ferner der Mangel irgend welcher Zellgrenzen in diesem Syncytium und schliesslich der Umstand, dass dasselbe von der hier sehr reich entwickelten dorsoventralen Muskulatur (mf, mf_1) allseits durchsetzt wird. Letztere ist namentlich im Vorderkörper (Fig. 2) reichlich vertreten und findet sich dann noch zu beiden Seiten

[1]) L. Böhmig, Untersuchungen über rhabdocoele Turbellarien I. Das genus Graffilla v. Jhr. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XLIII, pag. 297 ff. (Arb. aus d. Zool. Inst. zu Graz, Bd. I. pag. 8), 1885.

des Pharynx stark entwickelt, wo (Fig. 1, mf_1) mächtige Bündel vom Rücken herabsteigen, um in der Umgebung der Mundöffnung sich auszubreiten. Hinter dem Munde weichen die dorsoventralen Muskeln auseinander und auf den hier geführten Schnitten erscheint ein von Muskeln nicht durchsetztes Mittelfeld seitlich von stärkeren Bündeln derart umfasst, dass schwache Vergrösserungen — allerdings nur solche — den Durchschnitt eines Darmrohres vortäuschen können. Die Muskelfasern sind mit spindelförmigen Kernen von ca. 0,004 mm Länge versehen.

Pikrokarmin wirkt auch bei Convoluta paradoxa zerstörend auf das Centralparenchym und lässt nur Spuren davon zurück, während sich das periphere Gewebe gegen dieses Reagens resistent erweist.

Höchst komplizirt ist das Bild, welches Querschnitte von Convoluta sordida darbieten. Auf Taf. IV Fig. 5 ist die Hälfte eines solchen durch die Mundöffnung gehenden Schnittes (Fig. 4) abgebildet. Das betreffende Exemplar hatte ein Frassobjekt (Fr, wahrscheinlich eine junge Convoluta paradoxa) im Leibe, das nach seinem guten Erhaltungszustande zu urtheilen (— die Cilien der Haut waren noch ganz intakt —) offenbar kurz vor der Abtödtung des Räubers von diesem verschluckt worden war. Vor allem fällt hier, wie auf allen Schnitten durch Convoluta sordida, die starke Ausbildung der Leibesmuskulatur auf, die parallel geht mit der von keiner anderen Acoelen erreichten Stärke des Hautmuskelschlauches (s. darüber die spezielle Beschreibung). Neben zahlreichen Bündeln dorsoventraler Muskeln finden wir den Leibesraum durchsetzt von horizontal verlaufenden Muskelfasern (hm). Im Mittelfelde (Fig. 5) sind dieselben spärlicher und bloss dorsal vorhanden, dagegen streichen sie im Hinterende des Körpers (Taf. V Fig. 3) sowohl über als unter Kopulationsorganen und am reichlichsten sieht man sie im Vorderende des Körpers (Taf. IV Fig. 2), wo das Gehirn (cog) von den horizontalen Fasern ebenso durchsetzt wird, wie von den dorsoventralen. Diese Ausbildung der Leibesmuskulatur mag vielleicht in ursächlichem Zusammenhange stehen mit der geringeren Festigkeit des Parenchymgerüstes, das hier durchwegs den Charakter eines sehr zarten, feinkörnigen Netzwerkes (cb) trägt, dessen Bälkchen sich zwischen der Leibesmuskulatur, deren Fasern innig angeschmiegt, ausspannen. Erinnert so das zumeist runde Kerne einschliessende Parenchymgebälke von Convoluta sordida an die zarteren schaumigen Parenchymnetze von Amphichoerus cinereus, so bietet die peripherische Partie desselben dagegen Anknüpfungen an das periphere Parenchymgewebe von Convoluta paradoxa. Rundliche Zellen mit ovalen Kernen liegen vielfach dem Hautmuskelschlauche an (rb) und enthalten an manchen Stellen (rb_1) grosse Väkuolen, so den Uebergang zwischen dem peripheren Parenchym von Convoluta paradoxa und dem Parenchymnetze von Amphichoerus herstellend. Aber nirgends sind die Rundzellen zu so geschlossener Schicht angehäuft, wie bei der erstgenannten Species und im Vorder- und Hinterende des Körpers, wo sie bei Convoluta paradoxa ausschliesslich herrschen, treten sie hier ganz zurück (Taf. IV Fig. 2 und Taf. V Fig. 3).

Ein anderer auffallender Charakter des Parenchyms von Convoluta sordida ist der Reichthum an selbständigen zelligen Elementen. Neben rundlichen oder halbmondförmigen indifferenten Parenchymzellen, die hier (Taf. IV Fig. 5, kz) viel zahlreicher sind, als die entsprechenden Gebilde von Amphichoerus, treten auch die von dort bereits bekannten aktiven Fresszellen auf: theils kugelrund in den Maschen des Parenchyms liegend (z), theils mit mehrweniger entfalteten amöboiden Fortsätzen versehen (z_1). Und dass im vorliegenden Falle letztere hauptsächlich in der Umgebung des Frassobjektes zu finden sind, spricht für die Richtigkeit der Anschauung, welche ich über die physiologische Bedeutung diesem Formbestandtheile des Parenchyms oben gegeben habe.

Zu allen diesen Elementen kommen ferner die zweierlei Pigmentzellen (schwarzbraune und gelbe oder gelbbraune) um die Entwirrung des Bildes noch schwieriger zu machen, als sie schon ohnedem ist.

Im Gegensatze zu der eben besprochenen Species bieten die beiden grünen Convoluten, besonders aber Convoluta Roscoffensis überaus klare und einfache Verhältnisse im Baue des Parenchyms dar. Und wenn auch Delage's bezügliche Abbildungen ein wenig schematisirt sind, so giebt doch namentlich seine Figur 3 ein ziemlich richtiges Bild, so weit als die Ausfüllungsmasse des Leibesraumes in Betracht kommt.

Sublimat-Essigsäure mit nachfolgender Boraxkarminfärbung hat mir bei dieser Species nicht minder gute — in Bezug auf die Differenzirung der Zoochlorellen vom Parenchym sogar bessere — Präparate geliefert als Osmiumessigsäure mit Hämatoxylintinktion. Taf. VII Fig. 4 stellt ein Stück aus einem Sagittalschnitte und Fig. 5 eine noch stärker vergrösserte Stelle des Parenchyms aus einem solchen dar. Man sieht sofort, dass die Verhältnisse die gleichen sind, wie bei Amphichoerus mit dem Unterschiede, dass das Balkenwerk (b) hier viel zarter ist als dort. Aber die Art der Verzweigung und die Bildung grosser Lückensysteme neben lokalen Anhäufungen kleiner, eine schaumige Struktur des Parenchyms bedingender Hohlräume, die stellenweise Verbreiterung der Balken zu breiten Platten und schliesslich auch das Verhalten des centralen Parenchyms zum peripherischen bleiben dieselben. Hier wie dort haben wir eine Verdichtung des letzteren zu beobachten, sei es durch Verkleinerung der Maschenräume, sei es durch ein Breiterwerden der Balken und Vermehrung der Parenchymkerne (k). Neben den das Parenchym durchsetzenden dorsoventralen Muskeln (mf) finden sich auch hier freie Zellen (kz) im Parenchym, theils runde, theils mit amöboiden Fortsätzen versehene. Aber sie sind viel spärlicher, als bei Amphichoerus und die Unterscheidung in „indifferente" und „Fresszellen" kann ich bei Convoluta Roscoffensis nicht machen; es erscheinen vielmehr alle freien Parenchymzellen durch die homogene Beschaffenheit ihres Plasma als „indifferente" Zellen. In der über und hinter dem Munde gelegenen Körperpartie (Fig. 3) ist das Parenchym (b) zumeist in dichterer Masse angehäuft.

Proporus venenosus und Monoporus rubropunctatus bieten ein ganz gleiches Verhalten wie Convoluta Roscoffensis. Und zwar erhält man durch Osmiumsäure und Sublimat-Essigsäure die gleichen Resultate.

Längs- und Querschnitte von Proporus venenosus (Taf. X Fig. 3—8) zeigen den ganzen Leibesraum erfüllt von einer zarten Plasmamasse (cb), in der kleinere und grössere Körnchen suspendirt sind, die durch Hämatoxylin deutlich hervortreten und an solchen Präparaten (Fig. 3 und 4) die Struktur der Darmzellen anderer Turbellarien in's Gedächtniss rufen. Diese Plasmamasse enthält rundliche oder ovale Kerne in grosser Zahl und bei schwacher Vergrösserung, die bloss die grösseren Hohlräume hervortreten lässt, glaubt man es mit einer in zusammenhängender Masse an die Leibeswand herantretenden Grundsubstanz zu thun zu haben. Erst bei stärkerer Vergrösserung gewahrt man die zahlreichen kleineren Lückensysteme, welche besonders gegen die Peripherie hin das Parenchym schaumig erscheinen lassen, sowie Andeutungen von faseriger, an das Balkenwerk mancher Convoluten erinnernden Struktur.

Die dorsoventralen Muskelfasern sind hier wie auch bei Monoporus rubropunctatus sehr spärlich, dagegen finden sich freie amöboide Zellen (z_I) sowohl im centralen wie im peripherischen Parenchym u. z. in letzterem in grösserer Anzahl als in ersterem. Stets sind diese freien Zellen zart und homogen, meist mit unregelmässigen Fortsätzen versehen. Das Gesammtparenchym von Proporus venenosus unterscheidet sich also im wesentlichen vom Centralparenchym der Convoluta paradoxa durch den Besitz von freien Zellen. Monoporus rubropunctatus zeigt ganz das gleiche Verhalten, wie ein Blick auf die betreffenden Abbildungen (Taf. IX) beweist. Hervorzuheben wäre nur, dass die Zahl der im centralen Parenchym enthaltenen amöboiden Zellen (z_I) eine noch geringere ist, als bei Proporus. Die grösste Menge der dem Parenchym zugehörigen freien Zellen erscheint vielmehr zur Peripherie des Leibesraumes gedrängt und dem Hautmuskelschlauche dicht angeschmiegt. Auf diese Weise bilden sie an manchen Stellen einen fast zusammenhängenden inneren Zellbelag des Integumentes (kz in Taf. VIII Fig. 8 und Taf. IX Fig. 1—3).

Convoluta saliens und Aphanostoma diversicolor scheinen im Baue ihres Parenchyms, so weit meine (allerdings minder gelungenen) Präparate lehren, von Monoporus bloss durch reichlichere Entwickelung der dorsoventralen Muskulatur abzuweichen.

Parenchym und Nervensystem. Mit Recht betont Delage (l. c. pag. 144) die Nothwendigkeit, das Verhalten des Parenchyms zu den verschiedenen Organen des Körpers zu studiren. Nachdem ich es mir habe angelegen sein lassen, in Obigem die Differenzen zwischen dem centralen und dem an das Integument herantretenden peripherischen Theile des Parenchyms darzustellen, wird weiter unten der Beziehungen des Parenchyms zu den Geschlechtsdrüsen gedacht werden. Vorher aber sei untersucht, wie sich dasselbe an der Begrenzung des Nervensystems betheiligt, da darüber schon bestimmte Angaben von Delage vorliegen. Nachdem derselbe für Goldpräparate behauptet hat, dass in solchen die Nerven von einem doppelten Kontour

begrenzt seien, deren äusserer einer Parenchymscheide entspreche[1]), beschreibt er die letztere nach Osmiumkarminpräparaten als eine aus platten Zellen bestehende Hülle, welche bald dem Nervengewebe anliege, bald eine das letztere umgebende Lakune freilasse. Aber weder der Wortlaut der betreffenden Beschreibung[2]), noch auch die Abbildungen Delage's rechtfertigen den Versuch, aus denselben das Vorhandensein einer das ganze Nervensystem umgebenden Lakune nicht bloss für die Acoelen, sondern für alle Turbellarien zu erschliessen und die bekannten Injektionen Blanchard's damit zu erklären. Lang[3]) — der sich mit den Angaben Blanchard's des weiteren beschäftigt — hat wenigstens für Polykladen bestimmt das Fehlen eines solchen Lakunensystems konstatirt und ich kann auch für die Acoelen die Schlussfolgerungen von Delage nicht acceptiren. Dass hin und wieder in der Umgebung des Gehirnes und der Nerven Spalten zu beobachten sind, leugne ich nicht. Auf Taf. X Fig. 7, x ist gleich ein solcher Hohlraum an der Dorsalseite des Gehirnes zu sehen und wenn man Schnittserien durchmustert, wird man sich solche Bilder öfters und von verschiedenen Species verschaffen können. Aber das sind zufällige Vorkommnisse, wie sie sich aus der Beschaffenheit des Parenchyms leicht erklären, gerade so wie der Umstand, dass Parenchymkerne bisweilen den Nerven dicht angelagert erscheinen. Man kann indessen daraus ebensowenig auf eine kontinuirliche Nervenscheide schliessen, wie man etwa berechtigt wäre, aus den unter dem Integumente zu beobachtenden Parenchymlücken einen submuskulären Lymphraum zu konstruiren. Wäre wirklich eine Scheide im Sinne von Delage vorhanden, dann müsste dieselbe auf allen Präparaten nachzuweisen sein und besonders die mit verhältnissmässig so scharf begrenztem Gehirne versehenen Formen, wie Proporus venenosus und Monoporus rubropunctatus, müssten klare Bilder der Parenchymscheide und des von ihr umschlossenen Hohlraumes gewähren. Aber nichts von alledem ist zu sehen und weder Proporus (Taf. X Fig. 3, 6, 7), noch Monoporus (Taf. IX Fig. 6 und 7) unterscheiden sich — so weit das Verhalten des Parenchyms zum Gehirne (g) in Betracht kommt — von Convoluta sordida (Taf. IV Fig. 2), Amphichoerus cinereus (Taf. II Fig. 5—8) oder

1) „En examinant les préparations à un fort grossissement dans les points les plus transparents, ou mieux, après une dilacération délicate, on voit dans les bandes violettes une seconde bande plus étroite, limitée par deux lignes parallèles. Tandis que les premières ont la forme de lignes brisées, brusquement coudées à angle droit aux anastomoses, les secondes sont onduleuses et se coudent moëlleusement Celles-ci seules sont vraiment les nerfs; les premières représentent la gaine qui les environne".

2) „On voit . . . . le nerf limité à droite et à gauche par une ligne mince. Sur cette ligne se montrent de distance en distance des cellules plates qui se continuent avec elle par leurs bords amincis. En certains points ces cellules se présentent de face, et le corps environnant le noyau devient alors plus évident. Autour des centres nerveux la gaine se retrouve, et ce sont précisement quelques-unes des cellules de cette gaine qui offrent, par places, une si grande ressemblance avec les cellules ganglionnaires qu'on ne les distingue guère que par leurs rapports. Entre les nerfs et leur gaine on voit, en certains endroits, une cavité intermédiaire, mais le plus souvent il y a contact. Du côté du nerf les cellules sont tout à fait lisses; du côté extérieur, elles se continuent par des prolongements avec les cellules étoilées du réticulum."

3) Die Polykladen p. 168 ff.

einer anderen der von mir untersuchten Acoelen — Convoluta Roscoffensis nicht ausgenommen. Der von mir Taf. II Fig. 5 mit möglichster Naturtreue abgebildete Horizontalschnitt durch das Amphichoerus-Gehirn ist typisch für die mangelhafte Abgrenzung vom Nervensystem. Die Punktsubstanz und die Anordnung der Ganglienzellen und -Kerne lässt zwar den allgemeinen Umriss des Gehirnes und der Nerven deutlich erkennen, aber im einzelnen eine scharfe Grenze zwischen diesen und dem Parenchym zu ziehen ist deshalb unmöglich, weil das Parenchymgebälke unmittelbar an die Nervensubstanz herantritt und bei vielen Kernen und Zellen der Hirnrinde es (wie ja Delage selbst angiebt) ganz unmöglich ist zu sagen, ob sie dem Gehirne oder dem Parenchym zuzurechnen seien.

Parenchym und Geschlechtsdrüsen. Für die Mehrzahl der Acoelen stellt sich das Verhältniss des Parenchyms zu den Geschlechtsdrüsen ebenso wie zum Gehirne, d. h. es fehlt an einer besonderen Hüllmembran und das Parenchym tritt direkt heran an die in seinen Lücken liegenden Eizellen und Hodenfollikel (vergl. Taf. VI Fig. 1, Taf. IV Fig. 5). Dagegen habe ich schon früher (Monographie pag. 131) angegeben, dass bei den Gattungen Proporus (jetzt Proporus und Monoporus) und Aphanostoma die Ovarien durch distinkte Membranen vom Parenchym abgegrenzt zu sein scheinen und die neuerliche Untersuchung hat diese Vermuthung bestätigt. Bei Proporus venenosus (Taf. X Fig. 4 und 8) sind es allerdings bloss die Ovarien, welche von einer deutlichen als Membran verdichteten Parenchymschichte mit eingelagerten platten Kernen (ove) umhüllt sind. Noch deutlicher ist diese Tunica propria bei Monoporus rubropunctatus (Taf. IX Fig. 1—3) zu sehen, wo sie bestimmt nicht bloss den Ovarien (ove), sondern auch den Hoden (tem) zukommt und sich in die Ausführungswege direkt fortsetzt (s. Fig. 3 und 5). Es wäre demnach wenigstens für diese Formen die Frage, wie die Geschlechtsprodukte ihren Weg nach aussen finden, gelöst, wenn auch für alle anderen Acoelen die s. Z. (Monographie pag. 67 Anm.) gegebene Erklärung in Ermangelung einer besseren vorhalten muss.

Zusammenfassung. Aus der vorhergehenden Darstellung ergiebt sich 1. dass das Acoelenparenchym eine komplizirtere Zusammensetzung hat als bisher angenommen worden ist und 2. dass die einzelnen Species sehr erhebliche Verschiedenheiten im Bau des Parenchyms aufweisen.

In Bezug auf den ersten Punkt sei zunächst die ganz allgemeine Verbreitung der Parenchymmuskulatur hervorgehoben. Zuerst von Delage bei Convoluta Roscoffensis nachgewiesen und durch kernhaltige, verästelte, glatte Muskelzellen gebildet, kann dieselbe als ein nie ganz fehlendes Element des Acoelenparenchyms bezeichnet werden. Desgleichen die von mir schon früher (Monographie pag. 67) erwähnten „indifferenten Zellen“. Bei manchen Formen (Amphichoerus cinereus, Convoluta sordida) massenhaft vorhanden und das Parenchym überall durchsetzend, tritt ihre Bedeutung für den Aufbau des letzteren bei anderen Formen (Proporus venenosus, Monoporus rubropunctatus) entschieden zurück. Und wenn sie

auch morphologisch überall denselben Werth haben dürften, so weist doch schon die Schwankung in der relativen Zahl und die Verschiedenheit in der Vertheilung innerhalb des Körpers verschiedener Species darauf hin, dass ihre physiologische Rolle nicht überall die gleiche ist. Ja selbst bei einer und derselben Art (Amphichoerus z. B.) bieten diese Zellen so auffallende Unterschiede dar, dass ich denselben durch die Bezeichnungsweise glaubte Rechnung tragen zu sollen, indem ich die kleinen, plasmaarmen, rundlichen, „indifferenten" von den grossen, mit amöboiden Fortsätzen versehenen und zweifellos an der Verdauung betheiligten „aktiven" (Fresszellen) unterschied. Dazu kommen die schon früher als Parenchymeinlagerungen bekannten Pigment- und Geschlechtszellen — auszuscheiden sind dagegen die „Stäbchenzellen", welche ich s. Z. mit Unrecht als frei im Parenchym liegend beschrieben habe. Denn meine besseren Präparate haben jetzt gelehrt, dass die Stäbchen bloss in Hautdrüsen, die ihre Ausführungsgänge zur Körperoberfläche entsenden, erzeugt werden und wenn solche Drüsenzellen scheinbar frei im Parenchym liegen, so handelt es sich stets um durch die Schnittrichtung veranlasste Durchtrennung ihrer mitunter sehr langen Ausführungsgänge. Das Parenchym ist aber auch bei einer und derselben Species nicht in allen Theilen des Körpers gleich, was mich veranlasste, stets von einem „peripherischen" und „centralen" Parenchym zu sprechen und die Unterschiede, die sich in dieser Richtung ergeben haben, begründen es, wenn wir jetzt noch einmal betrachten, wie die untersuchten Formen im Bau ihres Parenchyms von einander abweichen und welche morphologische Bedeutung diesen Differenzen etwa zukommt.

Vom rein histologischen Standpunkte können wir drei Typen des Parenchymgewebes auseinanderhalten, die durch Amphichoerus cinereus, Convoluta paradoxa und Monoporus rubropunctatus am deutlichsten repräsentirt werden.

Der erste ist charakterisirt durch ein spongiöses Gerüste von Platten und Balken, das zwar lokal in zarte schaumige Strukturen übergehen kann, zumeist aber grosse unter einander kommunizirende Hohlräume mit seinem Gebälke umschliesst und dem entspricht, was man als „Reticulum" zu bezeichnen pflegt. Gegen die Peripherie bietet dieses bald derbere (Amphichoerus cinereus) bald zartere (Convoluta Roscoffensis) Reticulum bloss durch die Verfeinerung des Balkenwerkes und Verkleinerung der Hohlräume einen Unterschied gegenüber dem Centralparenchym. Zahlreiche kleine und grosse freie Zellen scheinen für diese Art des Parenchyms charakteristisch zu sein und wenn meine Präparate von Convoluta Roscoffensis darin hinter Amphichoerus zurückzubleiben, so dürfte dieser Unterschied mit der für beide Species verschiedenen Ernährungsweise und dem damit zusammenhängenden Mangel von Frassobjekten im Parenchym von Convoluta Roscoffensis zusammenhängen (vergl. den Anhang).

Der zweite Typus weist eine fundamentale Differenz zwischen centralem und peripherischem Parenchym dar. Ersteres aus einer feinkörnigen Protoplasma-Masse mit darin ausgehöhlten grösseren und kleineren Vakuolen bestehend, unterscheidet

sich leicht von dem aus dichtgedrängten rundlichen Zellen zusammengesetzten peripherischen Gewebe. Die freien Zellen gehören sämmtlich dem letzteren an. So bei Convoluta paradoxa.

Zwischen dem ersten und zweiten Typus vermittelt Convoluta sordida. Mit einem an Convoluta Roscoffensis erinnernden zarten Balkenwerke verbindet sich ein Reichthum an freien Zellen wie bei Amphichoerus und ein, wenn auch minder mächtiges Auftreten von peripherischen Rundzellen, wie bei Convoluta paradoxa.

Den dritten Typus des Parenchymgewebes repräsentiren Proporus und Monoporus. Die Grundsubstanz des Parenchyms ist hier eine von Kernen durchsetzte, reiche Plasmamasse, die den ganzen Leibesraum gleichmässig erfüllt. Sie enthält zwar Vakuolen und zeigt an manchen Stellen netzartiges Gefüge, hat aber wenig Neigung zur Bildung festerer Platten und Balken, so dass man den Eindruck erhält, als ob die in ihr enthaltenen amöboiden Zellen sich ohne Widerstand nach allen Richtungen frei bewegen könnten. Bei Monoporus kommt noch als Besonderheit die grosse Anzahl der dem Integumente anlagernden indifferenten Zellen hinzu. Von diesen aber abgesehen, nähert sich der Parenchymbau dem von Convoluta Roscoffensis, welche zwischen den eben besprochenen Formen und Amphichoerus in dieser Beziehung eine vermittelnde Stellung einnimmt.

Vergleichen wir diese drei Haupttypen des Parenchymgewebes, wie sie in Amphichoerus cinereus, Convoluta paradoxa und Monoporus rubropunctatus charakteristisch repräsentirt sind, so erscheint der letztgenannte entschieden als der einfachste: ein protoplasmatisches Syncytium, dessen Kerne auf die Entstehung aus verschmolzenen Zellen hinweisen und das physiologisch Ausfüllungsmasse und Stützgewebe, sowie Leitungsbahn für die Nahrungssäfte zu gleicher Zeit repräsentirt, während die in ihm sich bewegenden Wanderzellen die aktiven Fresszellen darstellen. Bei Amphichoerus ist dieses Syncytium zu einem festeren Gebälke geworden, das auf diese Weise der Funktion als Stützgewebe in besserer Weise dienen kann, ohne aber prinzipiell einen andern als graduellen Unterschied gegenüber Proporus aufzuweisen. Dagegen finden wir bei Convoluta paradoxa das Parenchymgewebe geschieden in zwei durch ihren Bau völlig verschiedenen Schichten, von denen wohl auch eine Verschiedenheit der Leistung vorausgesetzt werden darf. Das centrale Syncytium, welches nachgewiesenermassen stets die Nahrungsobjekte enthält, ist als verdauendes Gewebe dem peripheren Stützgewebe gegenüber zu stellen. Dieses letztere allein enthält indifferente Zellen, die sich demnach hier an der Verdauung nicht mehr betheiligen und wenigstens in Beziehung auf diesen Prozess mit Recht als „indifferent" bezeichnet werden dürfen.

Dass S. Pereyaslawzew[1]) in solchen Formen eine „cavité digestive" zu sehen glaubte, ist leicht verständlich und vom physiologischen Standpunkte nicht zu bean-

[1]) Sur le développement des Turbellariés. Zool. Anz. 1880 pag. 186 und 1885 pag. 271.

standen; indessen darf der morphologische Unterschied zwischen einem solchen verdauenden Syncytium und einer von Epithelzellen begrenzten Darmhöhle nicht übersehen werden und es bleibt die Frage zu erledigen, ob denn dem Darme der coelaten Turbellarien in der That das Centralparenchym von Convoluta paradoxa homolog ist oder nicht?

Dies führt uns zu der Erörterung der morphologischen Bedeutung des Acoelenparenchyms.

Zunächst wenden wir uns zu der von Delage nachdrücklich betonten Frage: Sind die Parenchymlücken der Acoelen intra- oder intercelluläre? Delage[1]) legt auf die Beantwortung derselben ein grosses Gewicht und bemüht sich deshalb den Nachweis zu erbringen, dass die Lücken intercelluläre seien und dass das Retikulum durch Grenzmembranen gegen die Lückenräume oder förmliche Endothelien gegen andere Organe (Nervensystem z. B.) begrenzt sei. Ich habe oben dargethan, dass ich diese Begrenzungshäute nicht finden kann und stehe der Frage deshalb sehr kühl gegenüber, weil ich ebensowenig wie Delage[2]) ein Mittel weiss, in einem der Zellgrenzen entbehrenden Syncytium, dessen Maschenräume meist untereinander in Kommunikation stehen, die intracellulär entstandenen Hohlräume von den intercellulären Lücken zu unterscheiden. Denn selbst da wo eine einzelne Vakuole allseits von Plasma eingeschlossen ist, wird am fertigen Gewebe nicht gesagt werden können, ob sie von vorneherein intracellulär oder aber dadurch entstanden ist, dass um einen intercellulären Raum herum das Plasma benachbarter Zellen zusammenfloss. Nun gar erst da, wo diese Lücken, gross und klein, mit einander nach allen Seiten in Kommunikation stehen. Da wird schliesslich jede Lücke, mag sie auch intracellulär entstanden sein, zum Intercellularraum in dem Augenblicke, als sie nach einer Intracellularlücke einer zweiten benachbarten Zelle durchbricht[3]). Und so ist die Auffassung von Delage, der das netzartig verzweigte Parenchym mit Hallez als retikuläres Bindegewebe anspricht, zweifellos richtig — vorausgesetzt, dass mit dieser die Architektonik des Gewebes charakterisirenden Bezeichnung nichts über die Herkunft und morphologische Bedeutung desselben gesagt sein soll. Denn diese ist ja nur durch entwickelungsgeschichtliche Untersuchung der Acoela zu entscheiden — und eine solche fehlt bis heute.

Wenn ich nun die s. Z. von Spengel[4]) gelobte „wohlberechtigte Vorsicht" hintansetze und mich trotzdem auf die Diskussion der morphologischen Bedeutung

[1]) l. c. pag. 111 und 142.

[2]) „Il ne sert à rien de diviser ces cavités en deux catégories, les unes intra- les autres extracellulaires; car, puisque d'aucun côté il n'y aurait de membrane, on ne peut les distinguer les unes des autres par aucun caractère objectif."

[3]) Vergl. damit die Darstellung Lang's von der Entstehung des retikulären Bindegewebes der Plathelminthen in seinem „Lehrbuch der vergleichenden Anatomie", Jena 1888, pag. 41. Lang hatte früher (Polykladen, pag. 84) in Bezug auf die Parenchymlücken der Polykladen erklärt: „es ist keine andere Auffassung möglich als die, dass die Vakuolen intracellulär sind".

[4]) Anzeige meiner „Monographie der Turbellarien" in Göttinger gel. Anz. 1884. No. 5. pag. 186.

des Acoelenparenchyms einlasse, so wage ich es deshalb, weil das vorliegende Thatsachenmaterial heute doch eine ungleich breitere Basis für eine solche Erörterung gewährt als im Jahre 1882. Kennen wir auch noch von keiner einzigen Acoelen die Entwickelung, so hat doch die Kenntniss der Entwickelungsgeschichte der Trikladen (Metschnikoff, Ijima, Hallez) und Polykladen (Lang) werthvolle Bereicherung erfahren und die Anatomie der Acoela präsentirt sich nach Delage's und meinen neuen Untersuchungen ganz anders als damals. Wie der Nachweis des Nervensystems eine höhere organologische Differenzirung darthat, so ward durch die allgemein verbreitet gefundene dorsoventrale Leibesmuskulatur, durch die Erkenntniss, dass auch bei Acoelen die Stäbchendrüsen stets im Verbande des Integumentes bleiben und endlich durch die unerwartete Komplizirtheit der Struktur des Parenchyms und die bisweilen auftretende Scheidung desselben in verdauendes und Stützgewebe die Deutung des Parenchyms wesentlich erleichtert. Auch ohne embryologische Nachweise wird es sich heute kaum noch um die Frage handeln, ob dasselbe bloss Entoderm oder bloss Mesoderm sei, sondern meine frühere Annahme als richtig anerkannt werden, nach welcher das Acoelenparenchym gleichzusetzen wäre dem Entoderm plus Mesoderm der anderen Turbellarien[1]) — ob nun die Larve von Stylochus pilidium ein indifferentes Entoderm im Sinne Goette's[2]) oder aber ein von Anfang an vom Mesoderm deutlich getrenntes Enteroderm aufweise, wie Lang[3]) es will. Gewiss ist bei den Acoelen eine gewebliche Sonderung der entodermalen (enterodermalen) und der mesodermalen Elemente nicht wahrzunehmen und es ist demnach zu untersuchen, welche histologischen Bestandtheile ihres Parenchyms zur ersten und welche zur zweiten Gruppe gehören. Dreierlei Formelemente kommen hier in Betracht: die Muskelzellen, die freien Parenchymzellen und das Syncytium. Für die erstgenannten wird die Zurechnung zum Mesoderm nicht zweifelhaft sein. Schwieriger ist die Entscheidung hinsichtlich der anderen beiden Bestandtheile. Aber sie wird uns erleichtert durch die verschiedene Art ihres gegenseitigen Verhaltens in den drei oben beschriebenen Typen des Parenchyms. Das Syncytium, das bei Amphichoerus cinereus die Form eines „Reticulum" besitzt, in dessen Lücken massenhaft freie Zellen eingeschlossen sind, nimmt bei Monoporus rubropunctatus und dann bei Convoluta paradoxa mehr und mehr den Charakter eines Plasmodiums an, in welchem bei Monoporus zwar noch freie Zellen in geringer Anzahl enthalten sind, während bei Convoluta paradoxa sich letztere ganz ausschliesslich auf die Peripherie des Leibesraumes beschränken, so dass eine Vermischung des Syncytiums mit den freien Zellen nicht mehr statt hat, sondern beiderlei Elemente gesonderte Leibesschichten darstellen. Wenn — wie nicht zu bezweifeln — die vergleichende Anatomie das Recht hat, aus solchen

[1]) Monographie, pag. 97.

[2]) Abhandlungen zur Entwickelungsgeschichte der Thiere, I. Untersuchungen zur Entwickelungsgeschichte der Würmer. Leipzig 1882. pag. 20.

[3]) Die Polykladen, pag. 400.

nebeneinander vorkommenden Ausbildungsgraden der fertigen Formen auf die Entstehung derselben zu schliessen, so muss angenommen werden, dass die in Convoluta paradoxa vorhandene Scheidung in ein peripherisches Stütz- und Ausfüllungsgewebe und in ein centrales verdauendes Syncytium sich aus den bei Monoporus und Amphichoerus gegebenen Verhältnissen dadurch entwickelt hat, dass die daselbst im ganzen Körper als Wanderzellen vertheilten freien Zellen aus dem Verbande des Retikulum (Syncytium) gelöst und zur Peripherie gewandert sind — womit eine Scheidung in die zwei auch bei coelaten Turbellarien vorhandenen, als Entoderm und Mesoderm getrennten Leibesschichten sich vollzogen hat. Mit dieser morphologischen Trennung geht aber ein doppelter Funktionswechsel einher, indem erst jetzt das Entoderm ganz ausschliesslich die Verdauung übernimmt, welche bei Amphichoerus noch von den amöboider Bewegung theilhaftigen Mesodermzellen besorgt wurde. Die Frage lässt sich allerdings auf vergleichend-anatomischem Wege nicht lösen, ob die Gesammtheit der freien Zellen (indifferente und aktive Fresszellen) von Amphichoerus schon einem Mesoderm entspreche oder ob nicht vielleicht im Laufe der phylogenetischen Weiterentwicklung einzelne derselben auch noch in den Verband des später gesonderten Entoderms eintreten, wie dies von Hallez[1]) für die das Mesoderm repräsentirenden embryonalen Wanderzellen der Trikladen behauptet wird.

Ist meine Auffassung richtig, dann bewahrheitet sich im Wesentlichen die Vermuthung Spengel's, welche dieser — an eine Aeusserung Huxley's[2]) anknüpfend — als mögliche Erklärung für die Acoelie der Turbellarien ausgesprochen hat, indem er sagte: „die Acoelie könnte vielleicht eine scheinbare sein", indem „man sich den Darm als einen diffusen denken kann, derart, dass die Zellen des ursprünglichen Entoderms keinen geschlossenen Haufen oder kein geschlossenes Blatt bilden, sondern sich in amöboidem Zustande, wahrscheinlich zu einem plasmodiumartigen Syncytium zerflossen, zwischen die Mesodermelemente vertheilt und so zwar ihre Funktion beibehalten, aber ihre Gestalt aufgegeben haben[3])." Der Unterschied von meiner Darstellung liegt nur darin, dass diese die aktive Rolle den Mesodermelementen zuweist, welche anfänglich auch mit der Hauptfunktion des Enteroderms betraut erscheinen. Es muss ferner — namentlich auch mit Beziehung auf die oben citirten Angaben von S. Pereyaslawczew — hervorgehoben werden, dass in Convoluta paradoxa eine noch höhere Ausbildung des Entoderms vorliegt, als sie Spengel vermuthen konnte, indem dasselbe hier eine ununterbrochen zusammenhängende centrale Masse bildet, der nichts zum „Darm" fehlt als die Darmhöhle und die Individualisirung der sie zusammensetzenden Elemente.

---

1) Embryogénie des Dendrocoeles d'eau douce. Paris 1887.

2) Th. H. Huxley, Grundzüge der Anatomie der wirbellosen Thiere, deutsche Ausgabe von J. W. Spengel, pag. 159—160, Leipzig 1878.

3) Darmlose Strudelwürmer. „Kosmos" 1884, XIV. Band. pag. 16.

Nervensystem.

In ihren Besprechungen des I. Bandes meiner Turbellarienmonographie haben sowohl Lang[1]) als Spengel[2]) der Ueberzeugung Ausdruck gegeben, dass das von mir bei Acoelen vermisste Nervensystem sich noch werde finden lassen, und der erstere erzählte in seiner Polykladenmonographie (pag. 672) „aus mündlichen Mittheilungen der Herren Mecznikow und Kleinenberg, dass in Messina eine typische Acoele mit einem sehr gut entwickelten Nervensystem vorkomme". Doch konnten weder diese noch die Angaben von S. Pereyaslawczew[3]) meine Ueberzeugung von dem „Fehlen eines distinkten, histologisch als solches definirbaren Nervensystems"[4]) erschüttern. Dass ich dieselbe jetzt vorsichtiger fasste, lag an dem Umstande, dass mir damals bereits die Schnittserie von Amphichoerus vorlag, welcher die auf Taf. II und III gegebenen Abbildungen entstammen. Auch war ja schon die vorläufige Mittheilung von Delage erschienen[5]), welche die Entdeckung eines, über alles Erwarten komplizirten Nervensytems bei der grünen Convoluta von Roscoff („C. Schultzii") ankündigte.

Nachdem Delage's Arbeit in extenso vorlag[6]), begab ich mich nach Roscoff und untersuchte die dortige, von der Convoluta Schultzii O. Sch. verschiedene grüne Acoele. Da überraschte mich denn gleich bei dem ersten Individuum, das ich schwach gequetscht unter das Mikroskop brachte, die Klarheit, mit welcher die vier dorsalen Längsnervenstämme (Delage's nerf longitudinal interne et n. l. moyen) ohne weitere Präparation zu sehen sind. Aber nicht bloss am lebenden (Taf. VII Fig. 1), sondern auch an den meisten der ausgestreckt gebliebenen Thiere, welche ich in Sublimat und Pikrinschwefelsäure konservirt hatte, sind noch heute diese vier Nerven vom Hinterende des Körpers bis in die Gegend des Otolithen als helle von Zoochlorellen freie Streifen deutlich zu verfolgen (ni und nm). Hier verschwinden sie allerdings und es war mir in keinem einzigen Falle möglich, am lebenden Thiere die Umrisse des Gehirnes wahrzunehmen[7]). Es liegt mir ferne mit dem Gesagten das Verdienst meines Freundes Delage verkleinern zu wollen. Denn bei dem Umstande, dass gerade von Convoluta Roscoffensis die Schnittpräparate noch weniger distinkte Bilder geben als von manchen anderen Acoelen, wäre das Vorhandensein oder Fehlen

1) Die Graff'sche Rhabdocoelidenmonographie, Biolog. Centralblatt III. Bd. pag. 167, Erlangen 1884.

2) Gött. gel. Anz. 1884, pag. 186 und „Kosmos" 1884, XIV. Bd. pag. 16.

3) Zool. Anz. 1885, pag. 271.

4) Turbellarien von Lesina. Zool. Anz. 1886, pag. 339.

5) De l'existence d'un système nerveux chez les Planaires Acoeles et d'un organe des sens chez la Convoluta Schultzii O. Sch. Compt. rend. Paris, Juillet 1885.

6) Études histologiques sur les Planaires Rhabdocoeles Acoeles (Convoluta Schultzii O. Sch.). Arch. zool. expér. 2. sér, T. IV. 1886.

7) Vergl. die übereinstimmende Angabe von Delage, pag. 113.

eines Gehirnes bei denselben noch lange ein strittiger Punkt geblieben, wenn Delage's Goldmethode und deren glänzende Resultate nicht zu neuen Untersuchungen angespornt und die Deutung auch minder distinkter Präparate erleichtert hätten. Leider ist es mir nicht gelungen, auch von den anderen der von mir neuerdings lebend untersuchten Formen[1]) ähnliche Goldpräparate zu erhalten (vergl. Einleitung S. 2), die eine klare Uebersicht der Architektonik des Nervensystems bei den verschiedenen Acoelengruppen gestattet hätten. So glaube ich, dass es klüger ist, auf bessere Goldmethoden zu warten, als diese delikaten Verhältnisse aus Schnittserien mühselig und unsicher zu konstruiren. Ich werde mir genügen lassen, das Nervensystem bei allen untersuchten Formen zu beschreiben und die wesentlichsten Eigenthümlichkeiten im Baue desselben bei jeder Species hervorzuheben und zwar will ich zuerst die allgemeine Konfiguration (den gröberen Bau) und dann die Histologie des Nervensystems betrachten.

Der centrale Theil des Nervensystems von Convoluta Roscoffensis besteht nach Delage aus zwei Paaren von Anschwellungen: einer grösseren hinteren (Ganglions principaux) und einem kleineren vorderen[2]), von welchen letzteres durch eine, ersteres aber durch zwei Querkommissuren verbunden sein soll. Dadurch entstünden zwei hintereinanderliegende rundlich-vierseitige Räume, deren hinterer etwas kleiner und vollständig von der Otolithenblase ausgefüllt sein soll (vergl. Delage's Fig. 1). Was die Lage im Körper betrifft, so findet sich das hintere Paar von Gehirnanschwellungen mehr dorsal als das vordere, so dass die Längskommissuren (die „Connectifs" Delage's) schief nach vorne und abwärts streichen. Von diesem Gehirne gehen 6 Längsnerven ab, die parallel bis zum Hinterende des Körpers verlaufen, um sich hier in einem Netz von Anastomosen aufzulösen. Sie werden von Delage als innere, mittlere und äussere bezeichnet — die letzteren gehören der Randpartie des Körpers an und liegen fast in der Mitte zwischen Rücken- und Bauchseite, während erstere beiden Paare der Dorsalseite angehören und dicht unter der Zoochlorellenschichte verlaufen. Von der Fläche betrachtet sind diese Längsnerven von einander nahezu gleich weit entfernt. Es entspringen die beiden inneren von den hinteren Ecken der „Ganglions principaux", der mittlere und äussere Längsnerv dagegen jederseits aus einer gemeinsamen Wurzel, welche aus dem vorderen Ganglion hervorgeht und ein Stück quer nach aussen zieht, ehe sie sich in die genannten beiden Nerven spaltet. Der mittlere Längsnerv ist überdies auch mit dem hinteren Gehirnganglion durch eine von der äusseren Ecke desselben abgehende Quer-

[1]) Amphichoerus cinereus mihi, Convoluta paradoxa Oerst., Convoluta sordida mihi, Convoluta Schultzii (O. Schm.), Proporus venenosus O. Schm., Monoporus rubropunctatus (O. Schm.).

[2]) Ich orientire das Thier nach seiner natürlichen Lage, die den Mund und die Geschlechtsöffnungen tragende Ventralfläche als „unten", die entgegengesetzte Seite als „oben", die das Nervensystem einschliessende Körperspitze als „vorne", die entgegengesetzte als „hinten" bezeichnend. Weshalb Delage das vordere Körperende als „oben", das hintere als „unten" und die Ventralseite als „vorne" bezeichnet, ist mir nicht ersichtlich.

anastomose verbunden, so dass er einen doppelten Ursprung zu haben scheint. Die nächstbenachbarten Längsnerven sind durch Queranastomosen verbunden; doch zeigen diese weder regelmässige Abstände voneinander, noch sind sie bei allen Individuen gleich. In den durch die 6 Hauptnerven und ihre Anastomosen gebildeten rechtwinkeligen Räumen finden sich als letzte Verästelungen des Nervensystems rechtwinkelig von ersteren abgehende Nervenästchen. „Dans ces ramifications ultimes, on observe encore des anastomoses principales, à la formation d'un réseau à mailles rectangulaires" (Delage p. 119).

Diese Darstellung Delage's kann ich der Hauptsache nach bis auf einen einzigen Punkt bestätigen. Während nämlich nach diesem Autor das Gehirn (ganglions principaux — von dem vorderen Ganglienpaare sehe ich einstweilen ab) in der Mitte eine den Otolithen umschliessende Lücke aufweist — wodurch die beiden Hälften eben durch zwei Querkommissuren verbunden erscheinen — muss ich diese Durchlöcherung auf das Bestimmteste in Abrede stellen. Man sieht an guten (dunklen) Goldpräparaten deutlich, dass das Gehirn als kontinuirlich über den Otolithen hinwegziehende Masse erscheint, so bald man hoch einstellt; erst bei tiefer Einstellung auf den Otolithen erhält man das von Delage gegebene Bild. Ueberzeugender noch sind die Schnitte durch mit Hämatoxylin gefärbte Chromosmiumessigsäurepräparate. Der auf Taf. VII Fig. 3 abgebildete Medianschnitt zeigt, dass die Hauptmasse des Gehirnes (g) hinter und über dem Otolithen gelegen ist, über diesem ein dünnes Dach bildet, um sich dann wieder vorne etwas zu verdicken (g_I — die vordere Kommissur Delage's). Dann erst kommt die Lücke, durch welche die dorsalen Drüsen des Frontalorganes hindurchtreten und über diesem liegt dann die Querkommissur (co), welche Delage als vorderes Ganglienpaar des Gehirnes anspricht. Der Otolith liegt demnach in einer ventralen Vertiefung des Gehirnes eingebettet und sein Verhältniss zum Gehirne ist ein ganz ähnliches wie bei Convoluta paradoxa (Taf. VI Fig. 9) — nur dass er bei Convoluta Roscoffensis der Ventralseite des Gehirnes mehr genähert erscheint. Der von Delage in seiner Fig. 5 abgebildete (aber in seiner Beschreibung nicht als Beweis herangezogene) Schnitt ist danach leicht zu verstehen. Er trifft die zur Aufnahme der Otolithenblase eingebuchtete untere Partie des Gehirnes und entspricht den Schnitten, welche ich von Amphichoerus cinereus auf Taf. II Fig. 6 und 7 dargestellt habe.

Eine andere Differenz zwischen mir und Delage betrifft die gegenseitige Lage von Gehirn und vorderer Querkommissur. Der auf Taf. VII Fig. 3 abgebildete Schnitt weist diesbezüglich andere Verhältnisse auf, als sie nach Delage's Beschreibung zu erwarten wären. Nach letzterer müsste nämlich die Kommissur erheblich tiefer liegen als das Gehirn (s. oben). Indessen lege ich diesem Unterschiede kein grosses Gewicht bei, da einerseits das Niveau der vorderen Kommissur bei verschiedenen Acoelen-Species sehr wechselt und anderseits schwer zu konstatiren ist, wie gross die Lage-

verschiebungen sind, welche in Folge der Konservirung — besonders in dem zarten, sehr retraktilen Vorderende des Körpers! — eintreten.

Eine Vervollständigung der Delage'schen Darstellung kann ich insoferne geben, als ich die feinsten Verzweigungen der Nerven weiter verfolgt habe. Schon Delage sah (s. oben und seine Abbildung Fig. 1) von den Längsstämmen und deren Kommissuren feine, sich weiter verästelnde Nervenstämme abgehen. Ich habe diese letzteren nun auf guten Goldpräparaten weiter verfolgt und gesehen, dass es sich auch hier wie bei Dendrocoeliden[1]) um einen dem Hautmuskelschlauche sowohl an der Dorsal- als an der Ventralseite dicht anliegenden Nervenplexus handelt (Taf. VIII Fig. 1, nn). Doch hat derselbe nicht den Charakter von anastomosirenden Längs- und Querzügen, sondern die Form eines unregelmässig polyedrischen Netzwerkes, dessen Maschen zumeist die Weite von 0,005—0,007 mm haben. Um das Verhältniss dieses Nervennetzes zum Hautmuskelschlauche darzulegen, sind in derselben Figur bei rm und lm die Ring- und Längsfasern des letzteren eingezeichnet.

Wenn ich nun auf die Darstellung der Befunde bei den übrigen Acoelen übergehe, so sei voraus bemerkt, dass — da bei denselben die durch Goldpräparate gebotene sichere Grundlage fehlte — die Beschreibung des Nervensystems nur sehr lückenhaft sein kann. Nur das Gehirn und der erste Anfang der Längsnerven ist auf den mit Hämatoxylin oder Alaunkarmin gefärbten Sublimat- oder Sublimatosmiumessigsäure-Präparaten zu verfolgen[2]) — weiter nach hinten sind nur noch hie und da Spuren von Nerven im Parenchym zu unterscheiden.

Meine Darstellung des Gehirnes von Convoluta Roscoffensis findet zunächst eine Bestätigung in den Befunden bei Amphichoerus cinereus. Man betrachte die drei von oben nach unten aufeinanderfolgenden Flächenschnitte aus einer vortrefflichen Serie (Sublimat, Alaunkarmin) auf Taf. II Fig. 5—7. Oben ist nur das Gehirn selbst (Fig. 5, g) getroffen: ein rhombisches Feld von Punktsubstanz mit ausgezogenen hinteren Ecken, den starken seitlichen Nerven nmc, welche die hintere Wurzel des mittleren Längsnerven darstellen und den nach vorne ziehenden Längskommissuren (gl) jederseits des Frontalorganes (so). Von einer Lücke im Gehirne ist nichts zu sehen; eine solche ist erst zwei Schnitte tiefer (Fig. 6), die Otolithenblase selbst erst im darauffolgenden Schnitte (Fig. 7, ot) wahrzunehmen. In letzteren beiden Schnitten erscheint auch die vordere Kommissur (cog) die nach der Ventralseite an Breite zunimmt und eine dichtgedrängte Reihe von Frontalnerven (nf) zum Vorderende des Körpers abgiebt. Ihre im Verhältnisse zum Gehirne mehr ventrale Lage ist auch auf dem Sagittalschnitte Taf. III Fig. 1, co zu konstatiren. Aus den besprochenen Präparaten gewinnt man eine Vorstellung von der Gestalt des Gehirnes. In seiner

---

[1]) A. Lang, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie und Histologie des Nervensystems der Plathelminthen I. und IV., Mittheil. aus d. Zoolog. Station zu Neapel I. (Leipzig 1879) und III. Band (1882).

[2]) Delage's Osmiumkarmin leistete mir noch weniger gute Dienste als die genannten Methoden.

oberen Partie eine querausgezogene vierseitige Masse, trägt dasselbe zunächst vorne zwei Anschwellungen (Fig. 5, gl) aus denen die beiden starken Nerven entspringen, die sich zur vorderen Kommissur vereinigen. Nach unten nimmt das Gehirn an Umfang besonders dadurch zu, dass an seinen hinteren Ecken durch Anhäufung von Ganglienzellen die Anschwellungen entstehen, aus welchen die inneren Längsnerven hervorgehen (Fig. 6 u. 7, nig) während für die dorsalwärts entspringenden „hinteren Wurzeln" der mittleren Längsnerven entsprechende seitliche Anschwellungen vorhanden sind (Fig. 5 u. 6, nmg). Wie sich die Längsnerven bei Amphichoerus verhalten, kann ich nicht angeben, doch lässt die Uebereinstimmung im Baue des Gehirnes schliessen, dass auch die Längsnerven einen ähnlichen Verlauf haben werden wie bei Convoluta Roscoffensis.

Convoluta paradoxa zeigt im wesentlichen denselben Bau des Gehirnes. Taf. VI Fig. 5—11 sind die markantesten Querschnitte aus einer Serie abgebildet (Sublimat, Alaunkarmin), die zwar für die übrigen Gewebe nicht brauchbar war, aber die Umrisse des Gehirnes ziemlich gut erhalten zeigte. Wir können hier deutlich das dorsale Gehirn von dem mehr ventral gelegenen Plexus unterscheiden, welcher sich zunächst im Vorderende des Körpers (Fig. 5 u. 6) als zusammenhängende Nervenmasse ausbreitet und zur Spitze des Leibes die zahlreichen Frontalnerven (nf) entsendet, während er nach hinten sich jederseits des Gehirnes weiter fortsetzt, um schliesslich in die Seitenrandnerven überzugehen. Mit dem Gehirne ist dieser Plexus zunächst vorne verbunden, wo von den Kommissuralganglien (Fig. 7, cog) je ein starker Nervenstamm zur Bauchseite abgeht, während weiter hinten das seitliche Ganglion des mittleren Längsnerven (nmg) sich zwischen das obere Gehirnganglion (g) und die seitliche Partie des Plexus einschaltet (Fig. 9 u. 10). In der Mitte der Bauchseite hört der Plexus schon dicht hinter der vorderen Kommissur auf, um zwei durch Querkommissuren stellenweise verbundene ventrale Nervenpaare (Fig. 10 u. 11, n und n_I) nach hinten zu entsenden. Diese beiden Nervenpaare sind bei Convoluta Roscoffensis nicht nachzuweisen, desgleichen nicht das feine, von der Wurzel des äusseren Längsnerven (ne) sich ablösende Nervenstämmchen nr. Und doch ist bei Convoluta paradoxa sowohl der Nerv n wie auch der Nerv nr ziemlich weit nach hinten zu verfolgen; ersterer wird zum Mundnerv (Fig. 1, nph), letzterer zum äusseren Körperrandnerv (nr), der aber schon kurz hinter der Mundöffnung verschwindet, während von da an der ebenfalls an den Körperrand herantretende äussere Längsnerv (ne) allein weiterläuft.

Das eigentliche Gehirn besteht nun wie bei den vorerwähnten Species aus dem zu oberst gelegenen Ganglienpaare (Fig. 9, g) unter welchem die Otolithenblase von den beiden Otolithennerven (on) schwebend gehalten wird. Diese beiden Gehirnganglien erstrecken sich — die bekannte Lücke zwischen sich lassend — als Längskommissuren (Fig. 8, gl) zu den beiden vorderen Kommissuralganglien (Fig. 7, cog) während sie hinten die beiden inneren Längsnerven (Fig. 11, ni) entsenden. Rechts und links schliessen sich, etwas tiefer gelegen die beiden Seitenganglien an (nmg), aus welchen

die mittleren Längsnerven abgehen. So ist der Bau des Gehirnes im wesentlichen derselbe wie bei Amphichoerus und sowohl von dieser wie von Convoluta Roscoffensis ist Convoluta paradoxa besonders durch die mächtige Entwickelung des frontalen Plexus und eine reichere Gliederung des Systemes der Längsnervenstämme ausgezeichnet.

Convoluta sordida schliesst sich enge an Convoluta paradoxa an, was den Bau des Gehirnes betrifft und der auf Taf. IV Fig. 2 abgebildete Schnitt — er geht durch das Vorderende der Kommissuralganglien und steht topographisch zwischen den Schnitten Taf. VI Fig. 6 u. 7 von Convoluta paradoxa — zeigt uns, dass auch hier der ventrale Plexus eine mächtige Entwickelung erreicht. Auch die Zahl der Längsnerven ist dieselbe, wenn ich von dem feinen Randnerven nr absehe, den ich nie mit Sicherheit als selbstständiger Nervendurchschnitt gesehen habe. Indessen verhält sich die Stärke der Nerven anders, indem hier der innere ventrale Nerv (Taf. IV Fig. 3, n) als ein, den typischen drei Längsnerven völlig ebenbürtiger Genosse erscheint, wogegen der äussere ventrale Nerv (n_1) zum Unterschiede von Convoluta paradoxa zu einem sehr unscheinbaren feinen Aestchen reduzirt ist.

Ueber das Nervensystem von Convoluta Schultzii, Convoluta saliens und Aphanostoma diversicolor kann ich keine genaueren Angaben machen, doch habe ich auch bei diesen Arten das Vorhandensein eines solchen zweifellos konstatiren können, wie u. A. aus Taf. V Fig. 4 u. Taf. VII Fig. 13 hervorgeht, wo in den Sagittalschnitten das Gehirn (g) eingezeichnet wurde.

Auf's höchste überrascht wurde ich durch meine Befunde an Proporus venenosus und Monoporus rubropunctatus sowohl durch die im Vergleiche zu Convoluta und Amphichoerus ausserordentlich scharfe histologische Differenzirung des Gehirnes, als auch durch die sich darbietende Differenz in der allgemeinen Konfiguration des Centralnervensystemes. Dazu kommt noch, dass diese beiden, früher in einer Gattung vereinigt gewesenen Formen, auch unter sich so auffallende Verschiedenheiten im Baue des Gehirnes aufweisen, dass letztere allein genügen würden, um eine generische Trennung beider Species zu rechtfertigen. Leider ist mein Material spärlicher gewesen als es mir, bei dem grossen Interesse, das diese beiden Species erregen müssen, lieb war und so kann ich nur auf das Angelegentlichste wünschen, dass sowohl Proporus venenosus als Monoporus rubropunctatus von späteren Forschern ganz speziell nachuntersucht werden mögen. Von Proporus venenosus liegen mir zwei Schnittserien vor: eine Flächenschnittserie (Sublimat, Hämatoxylin) und eine Querschnittserie (Sublimat-Essigsäure, Alaunkarmin). Erstere zeigt uns das Gehirn dorsalwärts (Taf. X Fig. 1) zunächst als eine zweilappige, hinten tief eingeschnittene Masse, während nach unten (Fig. 2 u. 3) jede Hälfte sich in zwei Ganglien, ein vorderes (ga) und hinteres (gp) differenzirt. Die gleichnamigen Paare sind vor und hinter der Otolithenblase (ot) durch breite Querbrücken verbunden. Das vordere Ganglienpaar entsendet mindestens zwei starke Nervenpaare an das Vorder-

ende des Körpers, von denen das eine (Fig. 3, nf) über, das andere neben dem Oesophagus verläuft. Im Querschnitte Fig. 7 sieht man, dass die Otolithenblase fast ganz vom Gehirne umschlossen wird und nur gegen den Pharynx (ph) frei bleibt, sowie dass jederseits des letzteren das Gehirn sich herabkrümmt. Auf einigen Querschnitten verliert sich dasselbe so in einer subösophagealen Zellenmasse, dass erst die Flächenschnitte mich von dem Mangel eines Schlundringes überzeugen mussten. Der schon in der Otolithengegend angedeuteten Scheidung jeder Gehirnhälfte in drei Kerne von Punktsubstanz entspricht am Vorderende (Fig. 6) eine auch äusserliche Gliederung in drei Hügel g, g_I und g_{II}, von denen die beiden letzteren sich wahrscheinlich in Frontalnerven fortsetzen.

Gegenüber der starken Entwickelung der Gehirnganglien bei Proporus venenosus findet sich bei Monoporus rubropunctatus ein ringförmiges Gehirn, das die Stirndrüsen (Taf. VIII Fig. 6, sd) umfasst und sowohl dorsal an der Ursprungsstelle der Otolithennerven (Fig. 7, g) als auch seitlich (g_I) eine Verdickung durch grössere Anhäufung von Ganglienzellen aufweist, ohne aber doch eine scharfe Abgrenzung der einzelnen „Gehirnganglien" von einander und von den Kommissuren (Fig. 7, ogc u. ugc), mittelst welcher sowohl über als unter der Stirndrüsenmasse die beiden seitlichen Hälften verbunden sind, darzubieten. Es stellt sich auf Sagittalschnitten (Taf. IX Fig. 5) das Gehirn als ein breites Band dar, von welchem das Frontalorgan (sd) schief von oben nach unten und vorne umschlungen wird. Dieser Verlaufsrichtung entspricht der Umstand, dass nach hinten mit zunehmender Masse der das Frontalorgan zusammensetzenden Drüsen auch der Umkreis des Gehirnringes ein weiterer wird (vergl. Taf. VIII Fig. 6 u. 7), sowie die Erscheinung, dass in aufeinanderfolgenden Querschnitten zunächst die untere Kommissur (ugc) verschwindet und dann erst die obere (ogc), während sich die Seitentheile noch einige Schnitte weiter nach hinten fortsetzen. Wahrscheinlich gehen letztere schliesslich in Längsnerven über, doch konnte dies nicht sichergestellt werden. Auffallend kräftig sind die beiden Otolithennerven (Fig. 7, on), die von oben her an die Seitenwände des fast inmitten des Hirnringes liegenden und ganz in den Stirndrüsen (sd) eingebetteten Otolithen (Taf. VIII Fig. 7 und Taf. IX Fig. 5, ot) herantreten.

Histologie des Nervensystems. So scharf auch das Nervensystem von Convoluta Roscoffensis durch Goldimprägnation hervortritt, so schlecht erscheint es bei Anwendung anderer Methoden vom Parenchym abgegrenzt. Ich habe schon oben (S. 20) dargethan, dass die von Delage für das Nervensystem supponirte bindegewebige Scheide nicht nachzuweisen ist und Delage giebt bei Beschreibung des Gehirnes selbst zu, dass sie ihn hier im Stiche gelassen habe: „Les cellules du réticulum se distinguent des cellules nerveuses par des dimensions moindres et une forme beaucoup plus étoilée; mais, au contact même du ganglion, se trouvent des cellules que nous verrons appartenir à la gaine et qui diffèrent à peine des cellules nerveuses. Elles se continuent extérieurement avec celles du réticulum (l. c. pag. 125)." Dies und

die folgenden Stellen, in welchen Delage von den „caractères si peu tranchés“ der Ganglienzellen spricht, will doch nichts anderes heissen, als dass es an den meisten Stellen der Schnitte sehr schwer ist zu sagen, wo die Ganglienzellen aufhören und das Parenchymgewebe anfängt. Ganz besonders gilt dies allerdings von den Angehörigen der Familie Aphanostomida (Convoluta, Amphichoerus). Auf Taf. II Fig. 5 habe ich mich bemüht, so getreu als möglich das Verhältniss von Gehirn und Parenchym, wie es sich an einem guten Sublimat-Alaunkarmin-Präparate darstellt, wiederzugeben und man wird gestehen müssen, dass hier viel mehr aus der Beschaffenheit und symmetrischen Anordnung der Punktsubstanz, als aus der Differenzirung der Ganglienzellen das Gehirn erschlossen werden kann. Denn die Grösse der runden oder ovalen Ganglienzellenkerne (0,005—0,006) übertrifft die der Kerne des Parenchyms nur sehr wenig — schwankt überdies ebenso wie die Grösse der Parenchymkerne innerhalb solcher Grenzen, dass die grössten Parenchymkerne grösser sind als die kleinsten Ganglienzellenkerne. Dagegen ist die gröber gekörnte, bisweilen auch faserige Textur der Punktsubstanz, ihre Kontinuität und ihr mehr opakes Verhalten ein viel besserer Anhalt zur Unterscheidung vom Parenchym. Alle diese Eigenschaften, besonders aber die faserige Struktur der Punktsubstanz treten noch viel deutlicher an in Osmiumessigsäure oder Sublimatessigsäure konservirten Präparaten hervor, wie z. B. Taf. II Fig. 8 und Taf. IV Fig. 2 zeigen[1]). Bei Proporus (Taf. X Fig. 3, 6, 7) und Monoporus (Taf. VIII Fig. 6 und 7) ist zwar die histologische Differenzirung des Gehirnes eine bessere als bei Aphanostomiden, aber doch giebt es auch hier Stellen genug, an denen die deutliche Abgrenzung des Ganglienzellenbelages vom Parenchym zur Unmöglichkeit wird. Zudem darf nicht übersehen werden, dass die grössere Klarheit dieser Bilder auch von der ganz anderen Textur des Parenchyms bei den Proporida bedingt wird.

Was Delage von Convoluta Roscoffensis angiebt, dass nämlich die Gehirnsubstanz von dorsoventralen Muskelfasern durchsetzt wird, kann ich nicht bloss für diese, sondern für alle Species bestätigen, die ich genauer auf ihr Nervensystem untersucht habe. Ueberall sind es nur vereinzelte glänzende Muskelquerschnitte oder Faserstückchen, denen man in den Präparaten hin und wieder begegnet und nur bei Convoluta paradoxa gehen etwas zahlreichere dorsoventrale Muskelfasern durch das Gehirn. Bei Convoluta sordida dagegen durchsetzen sowohl die dorsoventralen als auch die bei dieser Species vorhandenen horizontalen Leibesmuskeln das Gehirn in solcher Menge, dass sie zu einem auffallenden Bestandtheile der Gehirndurchschnitte werden (Taf. IV Fig. 2).

1) Das für die besprochene Wirkung entscheidende Reagens scheint die Essigsäure zu sein, da sie sowohl in Verbindung mit Osmiumsäure als mit Sublimat den gleichen Effekt gegenüber einfacher Sublimatbehandlung hervorrief. Beweis dessen auch das Taf. I Fig. 11 mit möglichster Naturtreue abgebildete Sublimat-Hämatoxylin-Präparat.

In Bezug auf den Bau der Ganglienzellen hat Delage in seiner vorläufigen Mittheilung andere Ansichten geäussert als in seiner ausführlichen Publikation. Während er in ersterer von Zellen mit Kern und Plasmaleib spricht, lässt er in letzterer die Ganglienzelle aus einem hellen homogenen Kerne mit einem 0,003—0,004 mm grossen Kernkörperchen und sehr reduzirtem Plasmaleib bestehen: „Le corps céllulaire est si réduit, qu'il ne se manifeste que par une ligne foncée et, çà et là, par quelques prolongements" (l. c. p. 125). Muss man schon nach der Beschreibung und Abbildung Delage's (Fig. 3) Zweifel an der Richtigkeit der späteren Anschauung desselben hegen, so kann ich nach meinen Untersuchungen auf das Bestimmteste für seine zuerst geäusserte Ansicht eintreten. Wir haben es überall mit wohlausgebildeten Ganglienzellen zu thun, deren von Delage später als Kern angesprochener Plasmaleib allerdings manchmal auf ein Minimum reduzirt, in der Regel aber deutlich ausgebildet und in einen, zwei oder mehrere Fortsätze ausgezogen ist. Der runde oder ovale Kern (Delage's nucleolus) — deutlich begrenzt und als solcher an seinem Chromatingerüste kenntlich — entbehrt eines Kernkörperchens und schwankt bei Proporus venenosus, Amphichoerus cinereus und Convoluta sordida zwischen 0,005—0,006 mm, bei Monoporus rubropunctatus und Convoluta paradoxa von 0,0026—0,004 mm, bei Convoluta Roscoffensis zwischen 0,0026—0,004 mm. Nur selten finden sich bei der letztgenannten Species Kerne von 0,005 mm Durchmesser. Am schönsten sind die Ganglienzellen an Osmium-Essigsäurepräparaten mit nachfolgender Hämatoxylintinktion zu studiren aber auch alle anderen der von mir angewendeten Methoden (selbst das Delage'sche Osmiumkarmin) lassen die Struktur der Ganglienzellen deutlich hervortreten, wie aus meinen Abbildungen ersichtlich ist. Aus denselben ist auch die bilateral-symmetrische Anhäufung der Ganglienzellen sowie ihre im Allgemeinen einen peripherischen Belag der Punktsubstanz bildende Anordnung zu erkennen. Indessen geht aus manchen derselben[1]) hervor, dass die Einbettung einzelner Ganglienzellen in das Innere der Punktsubstanz keineswegs so selten ist wie Delage annimmt, sowie dass die Anschwellungen des Gehirnes bisweilen nicht sowohl durch Vermehrung der Punktsubstanz als vielmehr durch dichte Anhäufung von Ganglienzellen hervorgebracht wird[2]). Die von Delage in seiner Fig. 3 gezeichneten centralen Ganglienzellen, welche die Otolithenhöhle auskleiden sollen, gehören allerdings nicht in diese Kategorie, da sie nichts weiter darstellen als die äusseren Belagzellen der unteren Fläche des Gehirnes, welche natürlich mit der Otolithenblase getroffen werden mussten. An der Wand der Nervenstämme sieht man nur in grösseren Zwischenräumen bipolare Ganglienzellen angelagert und noch spärlicher sind im Inneren derselben Kerne und Ganglien-

[1]) Taf. I Fig. 11, Taf. II Fig. 6—8, Taf. III Fig. 1, Taf. IV Fig. 2, Taf. VIII Fig. 6 und 7, Taf. X Fig. 3 und 7.

[2]) Vergl. besonders Taf. II Fig. 7, nig; Taf. VIII Fig. 7, g_I; Taf. X Fig. 7, g_I.

zellen. Eine Ausnahme davon macht der am Rande namentlich des Vorderkörpers mancher Formen entwickelte nervöse Plexus und der Mundnerv von Convoluta paradoxa, der in der Mundgegend durch einen reichlicheren Belag von Ganglienzellen als er sonst im Verlaufe der Nerven zu beobachten ist, sich auszeichnet (Taf. VI Fig. 1, nph).

Um aus den im Voranstehenden dargestellten, noch sehr lückenhaften Einzelbefunden eine allgemeine vergleichende Auffassung des Nervensystems der Acoelen zu konstruiren, muss man zunächst von Amphichoerus cinereus und Proporus venenosus ausgehen, bei denen wir die Gliederung des Gehirnes am besten kennen. Bei beiden besteht dasselbe aus einer zweilappigen dorsalen Ganglion und zwei unter diesem gelegenen ventralen Ganglienpaaren. Ersteres versorgt den Otolithen und erstreckt sich nach vorne bis an die Basis des Frontalorganes, um dann den das Vorderende des Körpers mit Sinnesnerven versorgenden Plexus zu bilden, als dessen Fortsetzung auch (vergl. Convoluta paradoxa) der äussere Längsnerv zu betrachten ist. Im Hinblicke darauf, dass der letztere (bei Amphichoerus wenigstens) im wesentlichen die Innervation der Sinneszellen des seitlichen Körperrandes übernimmt, kann man mit Lang[1]) diesen Theil des Gehirnes als den sensoriellen bezeichnen. Die vordere Kommissur ist eine accessorische Bildung und mitsammt ihren gangliösen Anschwellungen auf eine, der Tastfunktion des Vorderendes dienende Plexusbildung der beiden vom Gehirne entspringenden Frontalnerven zurückzuführen. Bei dieser Auffassung, welche wohlbegründet erscheint durch das, was wir über das Nervensystem der übrigen Turbellarien (besonders auch der Landplanarien) wissen, verliert die „Durchbohrung" des Gehirnes durch die Frontaldrüsen ihr befremdliches. Allerdings setzt diese Auffassung voraus, dass man den mittleren Längsnerv nicht aus dem Kommissuralganglion entspringen lässt (wie Delage es thut), sondern die weiter hinten abgehende „accessorische Wurzel" (nmc meiner Abbildungen) als die eigentliche Wurzel des Mittelnerven, seine Verbindung nach vorne aber als erste der zahlreichen Kommissuren zwischen Mittel- und Aussennerv ansieht. Der Mittel- und Innennerv entspringen aus den ventralen Ganglien (— dem motorischen Theile —) des Gehirnes und zwar ersterer aus dem vorderen (nmg), letzterer aus dem hinteren (nig) Paare. Das von den übrigen so abweichende Gehirn von Monoporus rubropunctatus würde in seinem dorsalen Theile (Taf. VIII Fig. 7, g) dem sensoriellen Theile, in seinen ventralwärts und seitlich gelegenen gangliösen Anschwellungen (g_1) aber den motorischen Ganglien der übrigen Acoelen entsprechen, während die den Ring schliessende untere Kommissur (ugc) einer verstärkten ersten Querkommissur der beiden inneren Längsnervenstämme entspräche.

[1]) A. Lang, Untersuchungen etc. V. Vergleichende Anatomie des Nervensystems der Plathelminthen. Mittheil. Zool. Stat. Neapel Bd. III. pag. 76 ff.

Haut-Sinnesorgane.

Das Epithel des Seitenrandes des Körpers von Amphichoerus cinereus fällt dadurch auf, dass dasselbe hier — besonders schön in mit Alaunkarmin tingirten Präparaten — sich viel weniger färbt, überdies auch etwas niedriger ist als in der Umgebung und der Kerne entbehrt. Manchmal erscheint der Seitenrand in der Mittelpartie des Körpers auch flach vertieft, wie dies in Taf. II Fig. 8 dargestellt ist. An Stelle der Epithelzellen finden wir hier tief unter die Oberfläche eingesenkte spindelförmige Zellen (sz) mit entsprechend geformten Kernen, die sich gegen die Oberfläche zu feinen Fortsätzen ausziehen und mit je einem spitzen Härchen (h) endigen. Letzteres durchsetzt die an diese Stelle unterbrochene Cuticula und ragt über dieselbe bis etwa $^2/_3$ der Cilienlänge hinaus. Nach innen von diesen Sinneszellen — denn so können wir dieselben nach ihrem Bau wohl nennen — liegen grosse helle Zellen, die mit der Basis der Sinneszellen zusammenhängen und wohl als Ganglienzellen (gz) angesprochen werden dürfen. Einen ähnlichen Apparat habe ich neuerdings (— nach Fertigstellung der Tafeln —) auch bei Convoluta paradoxa entdeckt, wo mich die gleiche äussere Randfurche (Taf. V Fig. 5) zur näheren Untersuchung des Epithels an dieser Stelle veranlasste. Es scheinen diese Sinneszellen völlig den gleichen Bau zu haben, wie der von Böhmig[1]) in den Aurikularfortsätzen von Planaria gonocephala beschriebene Nervenendapparat.

Ob die feinen Stiftchen, welche man in der lippenförmigen Umrandung des Mundes von Convoluta sordida (Taf. IV Fig. 5, l), in der Circumferenz der männlichen Geschlechtsöffnung von Amphichoerus cinereus (Taf. III Fig. 2, st) sowie in der Umgebung der Mündung des beiderseitigen oralen Giftorganes von Convoluta paradoxa (Taf. VI Fig. 3, ne) vorfindet, ebenfalls zu Sinneszellen gehören ist nicht sicher, aber nach Form und Lage sehr wahrscheinlich.

Otolithenblase.

Der Bau der Otolithenblase war und ist bis heute noch einer der dunkelsten Punkte in der Anatomie der Turbellarien. Wenn wir von der Form des Otolithen absehen (— im systematischen Theile wird noch einiges darüber mitgetheilt werden —), so blieben bis heute das Verhältniss des Otolithen zum Gehirne, die Histologie der Otolithenblase und die Art der Suspension des Otolithen in seiner Blase ungelöste Fragen. In Bezug auf die ersten beiden Punkte werde ich in Folgendem einige That-

1) L. Böhmig, Zur Kenntniss der Sinnesorgane der Turbellarien. Zool. Anz. 1887, pag. 488.

sachen mittheilen, die uns um einen Schritt weiter bringen, was aber den letzten Punkt betrifft, so habe ich auch meine besten Präparate vergeblich konsultirt. Zunächst ist durch die über den Bau des Gehirnes mitgetheilten Thatsachen die Lage der Otolithenblase klargelegt worden: sie findet sich stets an der Unterseite des Gehirnes u. z. entweder in einer Vertiefung desselben eingebettet (Amphichoerus cinereus, Convoluta Roscoffensis, Proporus venenosus) oder von der Gehirnfläche abgerückt und von zwei seitlichen mehrweniger starken Otolithennerven gehalten (Convoluta paradoxa, Monoporus rubropunctatus). Das Vorhandensein so wohl entwickelter Otolithennerven bei den letztgenannten Formen gestattet die Vermuthung auszusprechen, dass auch bei den übrigen Acoelen besondere Nerven die Verbindung des Gehirnes mit der Otolithenblase herstellen dürften, aber ihre Kürze und die Mangelhaftigkeit der Präparate die Ursache sein mögen, weshalb sie bis heute nicht darstellbar gemacht werden konnten.

Delage lässt bei Convoluta Roscoffensis rechts und links von der Wand des Otolithen Kanäle abgehen, die, sich verschmälernd, bisweilen bis in die Augengegend zu verfolgen seien. Ein ähnlicher kürzerer Kanal gehe nach hinten ab. In den seitlichen Kanälen sei ein „petit faisceau de filaments probablement conjonctifs" (l. c. pag. 129) enthalten, das sich an die Wand der Otolithenblase inserire. Da ich dergleichen nie beobachten konnte, so würden die Abbildungen Delage's (Fig. 3 und 5) die Annahme rechtfertigen, dass diese scheinbaren Kanäle nichts darstellen, als die angeschnittene ventrale Wandung des Gehirnes — wenn nicht die Angabe vorläge, dass sich die Kanäle bis zu den Augen (also über das Gehirn hinaus) erstrecken. Ich habe in dieser Richtung nur Folgendes gesehen. In seltenen Fällen ist die Otolithenblase von Convoluta Roscoffensis etwas in die Quere gezogen (Taf. VII Fig. 19) und überdies zu beiden Seiten mit einer warzenförmigen Hervorragung versehen. Zugleich gewahrt man einen, je nach der Einstellung hell oder dunkel erscheinenden äquatorialen Streifen (s), der aber nicht der Ausdruck einer den seitlichen Warzen entsprechenden Ringleiste sein kann, da er mit diesen nicht zusammenfällt, sondern ein wenig über denselben verläuft. Bezeichnet der Streifen die Ansatzstelle der Otolithennerven? Und ist das Warzenpaar die Folge einer Zugwirkung, die durch den Druck auf das Gehirn im Quetschpräparat hervorgerufen wird? Auch bei Amphichoerus cinereus habe ich bisweilen die querausgezogene Form der Otolithenblase sehen können (Taf. I Fig. 9).

Zur Histologie des in Rede stehenden Organes kann ich bemerken, dass der Otolith einer umgewandelten Zelle entspricht, wie aus dem Nachweise des Kernes hervorgeht. Derselbe ist entweder schüsselförmig (Monoporus Taf. VIII Fig. 7) oder ein mit seinen Enden ringförmig zusammengelegtes wurstförmiges Gebilde (Proporus Taf. X Fig. 3, Convoluta Roscoffensis Taf. VII Fig. 3). Die Otolithenblase ist wahrscheinlich aus Zellen des Parenchyms entstanden; sie enthält stets mehrere (bis-

weilen auch schon am frischen Objekte wahrzunehmende) abgeplattete Kerne, die ein wenig nach innen vorspringen (vergl. Taf. I Fig. 7, 8 und Taf. X Fig. 7).

Der Otolith schwimmt, wie allgemein angenommen wird, in einer Flüssigkeit und mit Sicherheit hat bisher noch Niemand die Anheftung desselben an die Blasenwand oder irgend welche, dessen Fixirung vermittelnde Apparate, wie sie sonst in den Otolithenblasen wirbelloser Thiere vorkommen, beobachtet. Denn Jensen's Angabe[1]) von dem Vorhandensein zweier Aufhängefäden bei Automolos hamatus kann ich eben so wenig als sicher gestellte Thatsache betrachten, wie die isolirten Beobachtungen, die ich selbst gemacht habe. Ich meine die Bilder Taf. I Fig. 7 und 8, die ich von Amphichoerus cinereus erhielt und das Taf. VIII Fig. 7 dargestellte Schnittpräparat von Monoporus rubropunctatus. Beide scheinen die Anheftung mittelst eines von der Blasenwand vorspringenden Wulstes oder Kegels zu beweisen; indessen bin ich mit den hier möglichen Fehlerquellen zu gut vertraut, als dass ich es wagen würde, auf solche Befunde hin eine bestimmte Behauptung aufzustellen. Andere tadellose Schnitte durch die Otolithenblase lassen nichts der Art wahrnehmen.

So fehlt es an den anatomischen Grundlagen, um den Otolithen der Turbellarien für ein wirkliches Gehörorgan ansprechen zu können und gleichzeitig müssen wir uns des Umstandes erinnern, dass noch Niemand jene zitternden oder schwingenden Bewegungen gesehen hat, welche demselben als Gehörstein zukommen müssten[2]). Unter diesen Verhältnissen erscheint es mir gerechtfertigt, auch hier die Otolithenblase nicht so sehr für ein Gehörorgan, als vielmehr für ein Organ des Gleichgewichtssinnes zu betrachten, entsprechend den schönen Untersuchungen Delage's über die gleichnamigen Organe der Cephalopoden und Crustaceen[3]).

Was ich über die Augen zu sagen habe, wolle im systematischen Theile bei den einzelnen Species nachgesehen werden.

Frontalorgan.

Zu der Entdeckung des Nervensystems fügte Delage in seiner oft citirten Arbeit über Convoluta Roscoffensis auch noch die Beschreibung eines bis dahin nicht

---

1) O. S. Jensen, Turbellaria ad littora Norvegiae occidentalia. Bergen 1878, pag. 15 und 16, Tab. VII Fig. 4.

2) Womit nicht gesagt sein soll, dass er unbeweglich in der Blase festsitze. Denn auch Delage (l. c. pag. 128) bemerkt: „L'otolithe n'est pas immobile e parfois on la voit faire un quart de tour et présenter en haut sa face convexe. Ce mouvement paraît avoir sa cause non dans l'organe auditif lui-même, mais dans les tissus contractiles environants." Die nächste Veranlassung zu Zerrungen an der Otolithenblase und damit zu Verschiebungen in der Lage des Otolithen dürfte wohl in dem Umstande gegeben sein, dass das Gehirn von der Leibesmuskulatur durchsetzt wird (s. oben S. 35).

3) Y. Delage, Sur une fonction nouvelle des Otocystes comme organes d'orientation locomotrice. Arch. Zool. expérim. 2. sér. T. V. Paris 1887.

bekannten Organes, des „organ frontal“ (l. c. pag. 132 ff). Dasselbe liegt in dem vorderen Körperende eingebettet als eine eiförmige ca. 0,04 mm lange und 0,03 mm breite helle Masse, die durch feine dunkle Linien der Länge nach in schlauchförmige Abtheilungen zerlegt ist. Das stumpfere Ende nach hinten, das minder stumpfe nach vorne gewendet, tritt es mit letzterem dicht an die Oberfläche des Körpers heran, welche an dieser Stelle einen runden, cilienlosen Fleck trägt, dessen Durchmesser je nach den (ausserordentlich wechselnden) Kontraktionszuständen zwischen 0,005 bis 0,02 mm variirt. Dieser Fleck ist besetzt mit kleinsten Papillen von etwa 0,002 mm Durchmesser und in der Mitte dieses Papillenfeldes erhebt sich nach Delage ein weiches biegsames Härchen noch etwa 0,002 mm über die Papillenoberfläche. Auf Schnitten erscheint das Organ gebildet aus einer homogenen Masse (über deren Natur Delage sich nicht weiter ausspricht) die durchsetzt ist von einem Netz feiner Fäden. In den Knotenpunkten dieser finden sich bisweilen verästelte Zellen eingefügt, wie solche dem Organ auch von aussen anliegen. Diese Zellen nun erklärt Delage für Nervenzellen, das Fadennetz für ein Nervennetz und letzteres soll in Verbindung stehen mit den beiden starken Nerven, welche jederseits des Frontalorganes vom Kommissuralganglion nach vorne ziehen sowie mit mehreren feineren, aus der Kommissur direkt in die Basis des Frontalorganes eintretenden Nervenstämmchen. Das ganze Organ erscheint dieser Darstellung entsprechend natürlich als ein Sinnesorgan u. z. sowohl Tastorgan als auch Geruchs- und Geschmacksorgan. Darauf weisen die unaufhörlichen lebhaften Tastbewegungen des Vorderendes, das Einziehen des letzteren nach Kontakt mit fremden Flüssigkeiten, die Richtung des durch die Hautcilien erzeugten Wasserstromes (Zusammenlaufen im Papillenfelde und hierauf Ablenkung zur Bauchseite) sowie die Zartheit des centralen Härchens hin. Soweit die Beschreibung von Delage, die mit dem Versuche abschliesst, das Frontalorgan der Convoluta Roscoffensis mit dem Rüssel der Proboscida unter den Rhabdocoeliden und der Nemertinen zu homologisiren.

Meine Untersuchungen haben mich zu ganz anderen Ergebnissen geführt, sowohl was die morphologische Bedeutung als was den Bau und die Funktion des Stirnorganes betrifft. Allerdings verdanke ich die bessere Einsicht in den Bau dieses Organes dem Studium von Formen, welche dasselbe viel robuster ausgebildet haben als Convoluta Roscoffensis. Als eine solche ist vor Allem Amphichoerus cinereus zu nennen. Während bei ersterer das Stirnorgan verhältnissmässig klein ist (Taf. VII Fig. 1, so — bei Convoluta Schultzii Fig. 11 ist es schon bedeutend mächtiger entwickelt —) und einen kleinen Theil des Zwischenraumes zwischen Gehirn und Vorderende beansprucht, füllt es bei Amphichoerus (Taf. I Fig. 3) diesen Raum vollständig aus.

Zur histologischen Untersuchung eignen sich vor Allem Hämatoxylinpräparate, die im Gegensatze zu Karmintinktionen die Substanz des Stirnorganes intensiv violett färben und deren Bestandtheile um so schärfer differenziren als das spärliche Parenchym-

gewebe, welches sich zwischen erstere eindrängt, ganz ungefärbt bleibt. Ein solches Präparat (fast medianer Sagittalschnitt) ist Taf. I Fig. 11 abgebildet.

Ein Blick auf diese Abbildung zeigt, dass Delage nur einen Theil des Organs — denjenigen, der auch auf Quetschpräparaten als ovaler heller Hof die Spitze des Körpers einnimmt — gesehen hat. Dieser besteht seiner Hauptmasse nach aus Schläuchen oder vielmehr Strängen eines klaren und zähen Sekretes, das birnförmigen einzelligen Drüsen (sd) entstammt, die in grosser Zahl sowohl über als unter dem Gehirne liegen und sich auch noch hinter dasselbe in das Parenchym erstrecken. Bei den meisten ist der Zusammenhang mit den Sekretsträngen ohne weiteres klar, während ein anderer Theil (sd_I) durch die Form und die Art der Tinktion den gleichen Charakter darbietet, aber durch die Schnittrichtung den Zusammenhang mit den entsprechenden Sekretsträngen verloren hat oder aber Drüsen repräsentirt, die ihre sekretorische Thätigkeit noch nicht begonnen haben. Eine Anzahl von Drüsenzellen hat nur ganz kurze Sekretstränge, solche liegen unmittelbar vor dem Gehirne oder an der Peripherie des „Frontalorganes" (sd_{II}). Diese letzteren Drüsenzellen sind es jedenfalls, welche von Delage in seiner Fig. 4 für Ganglienzellen angesprochen wurden. Die sternförmigen Zellen im Inneren des Organes, welche gleichfalls von Delage als Nervenzellen betrachtet werden, sind nichts anderes als Parenchymzellen, wie denn das Parenchym mit seinen Kernen die Zwischenräume zwischen den Sekretsträngen ausfüllt, dieselben von einander trennend und die zarten Fäden bildend, welche an Quetsch- und Karminpräparaten die Sekretstränge von einander scheiden (Taf. II Fig. 5—7, so) und von Delage als Nervennetz beschrieben worden sind. Sehr eigenthümlich ist das Verhalten der Stirndrüsen — wie wir die Drüsenzellen im Gegensatze zu dem als „Frontalorgan" bezeichneten Komplex ihrer Sekretstränge an der Körperspitze nennen wollen — zum Gehirne. Stets finden wir nämlich, dass ein Theil der Ausführungsgänge das Gehirn durchbohrt, d. h. zwischen der Hauptmasse des Gehirnes und der vorderen Kommissur durch die schon von Delage beschriebene vordere Gehirnlücke hindurchtritt, um zum Frontalorgan zu gelangen. In unserer Taf. I Fig. 11 ist dieses Verhältniss nicht ganz klar ersichtlich, weil der Schnitt hinten nicht ganz median geführt ist, so dass die das Gehirn (g) und das Kommissuralganglion (co) verbindende Längskommissur — und nicht die mediane Lücke! — getroffen erscheint. Dagegen ist auf Taf. III Fig. 1 dieses hinter der Kommissur (co) sich eindrängende Bündel von Sekretschläuchen in seinem ganzen Verlaufe zu sehen. Es entstammt hier ventralen Drüsen, während bei anderen Species — vielleicht sogar bei anderen Individuen derselben Art? — dorsale Drüsenzellen auf diesem Wege von oben nach unten ihre Sekrete zum Frontalorgan entsenden. Die ei- bis kugelförmige Anschwellung des letzteren rührt daher, dass sich in demselben die Sekretstränge der gesammten Stirndrüsen sammeln und wahrscheinlich auch zeitweise aufstauen. Das Verhältniss des Frontalorganes zum Integumente ist ebenfalls aus der letzterwähnten Figur klar zu ersehen: die Ausmündung (som) stellt ein einfaches Loch

im Integumente vor. Es fehlt hier Muskel-, Epithel- und Cilienbekleidung und das Sekret tritt direkt an die Oberfläche. Je nach der Reagenswirkung im Momente der Abtödtung erscheint die freie Fläche des Frontalorganes entweder in eine vom Epithel umwallte Grube zurückgezogen (Taf. III Fig. 1) oder sie ist weit über das Epithel, ja selbst über die Höhe des Cilienbesatzes hinaus vorgestossen (Taf. I Fig. 11).

Delage beschreibt die freie Fläche des Stirnorganes als mit Papillen besetzt und in der Mitte ein feines Sinneshärchen tragend. Er hält, wie es scheint, diese Papillen für ein Sinnesepithel, in dessen Zellen die Fäden des vermeintlichen Nervennetzes endigen. In der That sind die Papillen, wie man sowohl an Schnitten als auch am lebenden Objekte (Taf. I Fig. 5) sehen kann, nichts anderes als die Enden der Sekretstränge selbst, die bald mehr bald weniger hervorragen. Anhaltender Beobachtung des lebenden Thieres gelingt es bisweilen zu sehen, wie eine oder die andere Papille stärker vorquillt, dann vom Cilienstrome erfasst und in zitternde Bewegung versetzt wird, was zur Folge hat, dass sie sich mehr und mehr unter Verschmälerung ihrer Basis auszieht, dann immer lebhafter hin und her geschleudert wird, bis der dünne Verbindungsfaden abreisst und die Papillenspitze — ein vorgequollener Sekrettropfen — sich loslöst. Diesen Vorgang habe ich sowohl bei Amphichoerus cinereus als auch bei Convoluta Roscoffensis beobachtet und von letzterer Taf. VII Fig. 2 abgebildet. Es ist damit auch erklärt, was Delage's centraler Sinnesfaden („une sorte de poil très pâle, de structure molle et délicate, terminé par une extrémité mousse et même un peu renflée") ist: nichts weiter als ein solcher vorquellender und in Ablösung begriffener Sekrettropfen.

In ähnlich starker Ausbildung wie bei Amphichoerus cinereus finde ich das Frontalorgan bei Convoluta flavibacillum (die Ausmündung som und der Umriss desselben ist nach einem Quetschpräparate Taf. V Fig. 10 abgebildet) und bei Aphanostoma diversicolor (Taf. V Fig. 4). Bei der letztgenannten Form hat übrigens schon der leider zu früh verstorbene Jensen[1]) das Frontalorgan sammt seinen zugehörigen langgestielten Drüsenzellen in unverkennbarer Weise abgebildet. Für Convoluta Roscoffensis wäre, nachdem obige anatomische Beschreibung völlig auch auf sie zutrifft, bloss noch hervorzuheben, dass hier (Taf. VII Fig. 3 u. 6) ein dorsales Drüsenbündel (sd) zwischen Gehirn und Kommissur hindurchgeht. Im Uebrigen ist bei allen Acoelen — besonders deutlich aber bei Convoluta Schultzii (Taf. VII Fig. 13), Convoluta paradoxa (Taf. V Fig. 7) und Convoluta saliens — die Mündung des Frontalorganes ein wenig auf die Dorsalseite gerückt und nicht vollkommen endständig.

Die Massenhaftigkeit der in der Umgebung des Gehirnes im Parenchym eingebetteten Stirndrüsen ist manchmal erstaunlich; so ganz besonders bei Amphi-

[1]) O. S. Jensen, Turbellaria ad littora Norvegiae occidentalia. Bergen 1878, Tab. I Fig. 13.

choerus cinereus (Taf. II Fig. 8, sd), wo die Querschnitte aus dieser Körperregion ganz durchsetzt sind von durchschnittenen Drüsenpaketen oder Ausführungsgängen solcher, sowie bei Proporus venenosus und Monoporus rubropunctatus. Diese beiden Species verdienen übrigens noch aus einem anderen Grunde eine gesonderte Besprechung ihres Frontalorganes. Während nämlich bei den Aphanostomida stets das Frontalorgan i. e. S. sich von den dasselbe bildenden Stirndrüsen ziemlich deutlich absetzt — aus welchem Grunde es ja am Lebenden ein scheinbar selbständiges Gebilde darstellt — fehlt eine solche Trennung bei den Proporida. Bei Proporus gehen nämlich die Enden der Drüsenausführungsgänge nicht erst jene innigere Verbindung ein, die als „Frontalorgan" bezeichnet wird, sondern es strahlen dieselben rings aus der Umgebung des Gehirnes zur Mündung (Taf. X Fig. 3, so), locker an einander vorüberziehend und erst dicht vor der letzteren zusammenstossend. Im Uebrigen ist neben der Massenhaftigkeit der Stirndrüsen (dieselben sind in Fig. 6 u. 7 durch einen gelblichen Ton markirt) auch noch der Umstand hervorzuheben, dass die Länge der Drüsen hier sehr variirt — von solchen die ganz kurze Ausführungsgänge haben und mit ihren Leibern dicht hinter der Mündung liegen (Fig. 6) bis zu solchen, die weit hinter das Gehirn sich erstrecken — ein Umstand, der auch eine topographische Scheidung der Ausführungsgänge und Drüsenleiber verhindert. Diese letztere ist auch bei Monoporus rubropunctatus nicht durchzuführen, wenngleich aus einem ganz anderen Grunde. Wir finden nämlich bei dieser Art an Stelle eines Büschels individuell selbständiger und frei im Parenchym eingebetteter einzelliger Drüsen eine einzige kompakte Masse von Zellen, die wie ein Pfropf das Vorderende des Körpers zum grössten Theile ausfüllt (Taf. IX Fig. 5, sd) und sich durch den Hirnring zur grossen Mündung (som) hinzieht. Eine Scheidung von Ausführungsgängen und Drüsenzellen in dem Sinne, dass etwa erstere die vordere, letztere die hintere Partie des Komplexes zusammensetzten, existirt nicht, vielmehr erscheint das ganze Organ von gleichartigem Baue.

In histologischer Beziehung erscheint bei den Aphanostomiden jedes Element der Stirndrüse als eine birnförmige Zelle mit granulirtem Plasma, das auch in tingirten Präparaten seinen graugelblichen oder schmutzig-grauen Ton beibehält und einen rundlichen Kern einschliesst, der sich von den Kernen der Parenchymzellen durch keine Besonderheit unterscheidet. Gegen das verschmälerte Ende der Zelle wird das Plasma heller und homogener, nimmt den Farbstoff (namentlich Hämatoxylin) an und geht so allmählich in den Sekretstrang über. Es wandelt sich also das Plasma allmählich in Sekret um und der Grad dieses Umwandlungsprozesses ist an dem Verhalten gegen den Farbstoff zu erkennen. Die nebeneinander herlaufenden Sekretstränge können zwar, besonders an ihren distalen Enden mit einander mehrweniger verschmelzen (Taf. III Fig. 1), bleiben aber in der Regel getrennt (Taf. I Fig. 11) und selbst auf Querschnitten durch das Stirnorgan als durch eine feinkörnige Zwischensubstanz (Parenchym) geschiedene polygonale Bezirke erkenntlich (Taf. IV Fig. 1). Es

erinnert die Stirndrüse der Aphanostomida demnach sehr an die Fussdrüsen der Mollusken, wie sie uns von Carrière[1]) und Rawitz[2]) dargestellt wurden. In Bezug auf die Art der Sekretbildung schliesst sich Monoporus rubropunctatus entschieden den Aphanostomida an. Schnitte durch das Stirnorgan desselben (Taf. VIII Fig. 6 u. 7, Taf. IX Fig. 5) zeigen uns zwischen den polyedrischen Sekretsträngen sd (die sich wieder zu grösseren Gruppen vereinigen) überall auch die feinkörnigen Drüsenzellen sd_I selbst eingekeilt — beiderlei Elemente gegen Farbstoffe ganz ebenso reagirend, wie die entsprechenden Theile bei Aphanostomiden. Dagegen weist Proporus venenosus ein grundsätzlich anderes Verhalten auf. Der Beginn der Sekretionsthätigkeit giebt sich hier im Gegensatze zu den ruhenden Zellen sd_I (Taf. X Fig. 3) durch das Auftreten eines tingirbaren Fadengerüstes im Plasma kund, welches Gerüste sich immer mehr verdichtet und schliesslich das Plasma ganz verdrängen kann, wie aus einzelnen Durchschnitten gleichmässig dunkel gefärbter Sekretstränge hervorgeht. Das ist also dasselbe Bild wie es nach List[3]) und Anderen die Becherzellen darbieten. Die Kerne der Drüsen unterscheiden sich bei der vorliegenden Species durch ihre bedeutendere Grösse, stets kugelrunde Form, ihre Helligkeit und den Besitz eines nucleolus von den Kernen der Parenchymzellen. Nur mit den jungen Eizellen können die ruhenden Drüsen leicht verwechselt werden, weshalb ich auch sehr zweifelhaft bin, ob das von mir Fig. 3, sd_{II} hinter dem Gehirne dargestellte Lager von Drüsenzellen nicht etwa auch primitive Ovarialzellen einschliesst.

Was nun die Funktion des „Organ frontal" betrifft, so ist es jetzt klar, dass es nicht ein Sinnesorgan, sondern eine Drüse darstellt. Und wenn die lebhaften Tastbewegungen, welche die Acoelen mit dem Vorderende des Körpers ausführen, in Beziehung stehen mit der Lokalisation der Drüsenmündungen gerade an dieser Stelle, so wüsste ich dafür keine andere Erklärung, als dass das klebrige Sekret der Stirndrüsen zum Angriff und zur Vertheidigung diene. Es könnte ausserdem auch daran gedacht werden, dass dasselbe zum Fadenspinnen oder zum Festheften verwendet wird, ähnlich wie die „Spinndrüsen" des Mesostoma Ehrenbergii[4]) und anderer Turbellarien[5]).

In morphologischer Hinsicht ist das Frontalorgan kein novum für die Anatomie der Turbellarien. Ich erinnere bloss an die Beziehungen der Stäbchendrüsen

[1]) J. Carrière, Die Fussdrüsen der Prosobranchier und das Wassergefässsystem der Lamellibranchier und Gastropoden. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXI, Bonn 1882.

[2]) B. Rawitz, Die Fussdrüse der Opistobranchier. Abh. d. kgl. Akad. d. Wiss. aus d. Jahre 1887, Berlin 1888.

[3]) J. H. List, Ueber Becherzellen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXVII, Bonn 1886.

[4]) Vergl. Monographie pag. 59 ff.

[5]) J. Jijima, Untersuchungen üb. d. Bau u. d. Entwickelungsgeschichte der Süsswasser-Dendrocoelen (Trikladen). Zeitschr. f. wiss. Zool. XL. Bd. Leipzig 1884, pag. 383.

der Rhabdocoela zum Vorderende des Körpers und an die daselbst ausmündenden Schleimdrüsen mancher Alloiocoelen, wie ich sie[1]) beschrieben und abgebildet habe. Auch bei Trikladen und Polykladen sind Stirndrüsen vielfach beschrieben worden[2]) und neuestens hat Bürger[3]) die „Kopfdrüse" auch bei Nemertinen kennen gelehrt. Diese Drüsenkomplexe und nicht der Proboscidien- und Nemertinenrüssel, sind dem Frontalorgan der Acoelen homologe Bildungen — wie schon Bürger (p. 253) mit spezieller Bezugnahme auf Delage's Anschauung für die Nemertinen ausgesprochen hat.

Die Entdeckung der Frontaldrüse ist von ganz besonderer Wichtigkeit für die Systematik. Denn es unterliegt keinem Zweifel, dass ihre Mündung in den meisten, wenn nicht in allen Fällen als Mund beschrieben worden ist, wo von einer am vorderen Leibesende angebrachten Mundöffnung bei Acoelen die Rede war. Der Beweis dafür wird im systematischen Theile dieser Arbeit erbracht werden.

Geschlechtsorgane.

Was ich an neuen Beobachtungen über den Bau der Geschlechtsorgane mitzutheilen habe, ist in den zweiten Theil dieser Arbeit verwiesen, da diese Details vorwiegend vom Standpunkte der Systematik von Wichtigkeit sind und zu neuerlichen allgemeinen Betrachtungen wenig Anlass bieten.

Ich hatte im Sinne, an dieser Stelle bloss die Spermatogenese und die Eibildung bei Acoelen zu besprechen, verzichte aber auch auf erstere, da von Seiten des Herrn Dr. L. Böhmig eine die Spermatogenese bei den Würmern speziell behandelnde Arbeit in Angriff genommen worden ist und daselbst auch die Acoela mit einbezogen sein werden.

So sei hier nur ganz kurz die Bildung der reifen Eier bei Acoelen beschrieben, soweit als dieselbe ein allgemeineres Interesse beansprucht.

Aus den im Vorderende des Körpers gelegenen paarigen oder in der Mittellinie zu einer unpaaren Masse vereinigten Keimlagern (s. Monographie p. 131) lösen sich ziemlich gleich gestaltete junge Keimzellen ab, um gegen die Geschlechtsöffnung hin abzurücken. Aber bald wird durch ungleichmässiges Wachsthum eine Differenz der das Ovarium bildenden Zellen in der Weise bewirkt, dass die grösseren mit hellen grossen Keimbläschen versehenen Eizellen sich wesentlich von den zwischen ihnen eingekeilten abortiven Ovarialzellen unterscheiden, welch letztere im Totalwachsthum und

[1]) Monographie pag. 59—60, Taf. VI Fig. 3, Taf. XVI Fig. 1 u. A.

[2]) s. Jijima l. c., ferner A. Lang, Der Bau von Gunda segmentata etc. Mitth. Zool. Stat. Neapel, III. Bd. Leipzig 1882, sowie "Polykladen" pag. 58 ff.

[3]) O. Bürger, Untersuchungen über die Anatomie und Histologie der Nemertinen nebst Beiträgen zur Systematik. Zeitschr. f. wiss. Zool. I. Bd. Leipzig 1890.

namentlich auch in dem ihrer Kerne weit zurückbleiben. Mit dem Fortschreiten gegen die Geschlechtsöffnung hin wird diese Differenz immer auffallender und man erhält Bilder wie sie u. A. Taf. X Fig. 4 u. 8 dargestellt sind. Was mich nun vor allem interessirte, war das Schicksal der abortiven Ovarialzellen (Fig. 4, en u. en_I) und die Frage, worauf das rasche Wachsthum der Eizellen bei Acoelen beruht, wo doch bei dem Mangel von Dotterstöcken nebenbei auch das gesammte Reservematerial in denselben aufgespeichert werden muss. Diese Fragen lösten mir in einer völlig klaren Weise die Hämatoxylinpräparate von Proporus venenosus. Man sieht hier deutlich, dass die kleineren Abortivkeime (en) von den grösseren Eikeimen (E) in ihr Plasma inkorporirt und assimilirt werden. Alle Uebergänge vom dichten Anschmiegen und Einpressen des Abortivkeimes (en_I) in das Plasma der Eizelle, der völligen Verschmelzung mit nur durch verschiedene Intensität der Tingirung ermöglichten Unterscheidung der beiden Plasmaleiber bis zur vollkommenen Inkorporirung des Plasma's der Abortivzelle lassen sich wahrnehmen. Das Kernkörperchen der letzteren leistet der Verdauung — so kann man wohl sagen — am längsten Widerstand. In der Eizelle E_I ist ein solches enthalten, aber man findet hie und da zwei, ja sogar drei Kernkörperchen von gefressenen Abortivkeimen in einer Eizelle eingeschlossen, die zeitliche Aufeinanderfolge ihrer Inkorporirung durch verschieden starke Tinktionsfähigkeit verrathend.

Aehnliche Bilder, wenn auch nicht überall von der gleichen überraschenden Klarheit habe ich auch von den anderen Species erhalten, sodass der dargestellte Vorgang als Paradigma der Eibildung bei den Acoelen gelten kann. Er ist so einfach, dass ich es nicht für nothwendig gehalten habe, ihn noch speziell durch Abbildungen zu illustriren [1]).

Das Verhältniss der Geschlechtsdrüsen zum umgebenden Parenchym ist bereits früher (S. 22) besprochen worden.

Ein zweiter Punkt, auf den ich an dieser Stelle kurz eingehen möchte, ist der Bau des chitinösen Mundstückes der Bursa seminalis des weiblichen Apparates. Kannte ich auch die Zusammensetzung desselben aus aneinandergereihten schüsselförmigen und in der Mitte durchbohrten Platten, so war doch die Bildung der letzteren, sowie die Natur des hellen Hofes, in welchen die Plattenränder allmählich verlaufen, bisher räthselhaft. Diese Fragen sind durch gute Präparate von Convoluta paradoxa jetzt gelöst. Es hat sich nämlich an solchen gezeigt, dass

1) Es drängt sich die Frage auf, ob schon im Keimlager die weiblichen Geschlechtszellen ihre zukünftige Bestimmung verrathen? Nach den Präparaten muss diese Frage verneint und lediglich in der durch unsere Reagentien nicht nachweisbaren individuellen Konstitution der Grund dafür gesucht werden, dass einige Keimzellen den anderen im Wachsthume vorauseilen und so zu Eizellen werden, während den zurückbleibenden die Rolle des Eifutters zufällt. So fände also eine Auslese der Lebenskräftigsten schon in diesem Stadium der Entwickelung statt!

hier genau dasselbe Verhältniss obwaltet, wie es S. 12—13 von der Chitinspitze der Giftorgane beschrieben worden ist. Jede Chitinplatte (Taf. VI Fig. 4, ch — die Figur repräsentirt einen Theil des Schnittes durch ein Bursa-Mundstück) stellt nämlich den centralen chitinisirten Theil oder die cuticulare Abscheidung je einer ringförmigen Matrixzelle (ma) dar und die Gesammtheit der letzteren bildet den das Chitinmundstück umgebenden hellen Hof (Taf. V Fig. 7, bs). Es ist also auch hier der Ausführungsgang durch Durchbohrung einer Reihe hintereinanderliegender Zellen hergestellt. Die innerste Schichte desselben — genetisch offenbar der älteste Theil der Cuticularbildung — hebt sich in manchen Präparaten (Fig. 4, i) als ein feines längsgestreiftes Häutchen ab und nimmt eine leichte Tinktion an.

II. DIE STELLUNG DER ACOELEN.

Ich habe s. Z. die Acoelen an die Wurzel des Stammbaumes der Turbellarien gestellt (Monographie p. 207). Entscheidend war für mich neben dem Mangel eines Darmrohres (Acoelie) das vermeintliche Fehlen des Nervensystems und des Exkretionsapparates, sowie der niedere Ausbildungsgrad des Pharynx und der Generationsorgane — eine Summe von Charakteren, welche einerseits eine ungezwungene Ableitung der übrigen Turbellarien aus den Acoelen gestattete, während anderseits die Lebensweise der letzteren mir keinerlei Anhaltspunkte für die Annahme einer Rückbildung bieten konnte (l. c. p. 97 u. 199). Die Acoelie musste demnach als eine primäre Erscheinung aufgefasst werden.

Meine Anschauung wurde getheilt von Spengel[1]), während Lang[2]) die Acoelen „nicht sowohl ursprüngliche Formen, als stationäre, geschlechtsreif gewordene Turbellarienlarven zu sein scheinen, deren Vorfahren komplizirter gebaute mit einem Gastrovascularapparat versehene polykladenähnliche Thiere waren, die aber dadurch, dass sie auf dem Larvenstadium verharrten, in vielen Organisationsverhältnissen einfache z. Th. sogar ursprüngliche Zustände darbieten.“ Damit ist indirekt zugegeben, dass die Thatsachen keinerlei Stütze für die Annahme einer sekundären Rückbildung darbieten, zugleich ist aber an Stelle dieser letzteren Eventualität — deren Werth durch weitere vergleichend-anatomische und entwickelungsgeschichtliche Studien zu kontrolliren gewesen wäre — eine völlig in der Luft schwebende Annahme gesetzt. Diese unbeweisbare Voraussetzung soll die unbewiesene Ansicht, dass die Turbellarien (mit den Polykladen als Wurzel) von den Ctenophoren abstammen, stützen oder ihr doch einen gewichtigen Einwand wegräumen!

[1]) Darmlose Strudelwürmer, Kosmos 1884, XIV. Bd. pag. 16: „Es scheint mir also kaum möglich, sich die Acoelie als eine Rückbildungserscheinung zu denken.“

[2]) Biolog. Centralblatt 1883—84, III. Bd. pag. 167.

Die im anatomischen Theile mitgetheilten Thatsachen haben nun zwar gezeigt, dass die Acoelen nicht so niedrig organisirt sind wie ich früher meinte, haben aber meine damals geäusserte Ansicht von der Stellung der Acoelen im natürlichen Systeme nicht zu erschüttern vermocht. Auch scheinen sie mir nicht für, sondern gegen Lang's Auffassung zu sprechen. So namentlich das Nervensystem. Wie wir es heute kennen, ist es unzweifelhaft ursprünglicher gebaut als das der Polykladen. Mit diesem theilt es den subcutanen Plexus und den im wesentlichen gleichen Bau des Gehirnes; dagegen sind die abgehenden Längsstämme noch völlig gleichwerthig und haben noch nicht die Anpassung an die bilaterale Symmetrie und die kriechende Lebensweise durchgemacht, welche schliesslich die Präponderanz des einen (ventralen) Nervenpaares zur Folge haben sollte. Gerade vom Standpunkte Lang's aus und bei dem besonderen Nachdruck, den derselbe in allen diesbezüglichen Publikationen[1]) auf den phylogenetischen Werth des Nervensystems legt, müsste dieses einen zwingenden Grund abgeben, die Acoelen an die unterste Stufe des Turbellarienstammes und damit in die nächste Nähe der Ctenophoren zu stellen. Wie wirkungsvoll präsentiren sich da die 8 in gleichen Abständen von einander und von der Körperoberfläche vertheilten Hauptnerven der Convoluta sordida (Taf. IV Fig. 3) — wenn man sich erst mit der durch die kriechende Lebensweise nothwendig gewordenen Verschiebung vertraut gemacht hat!

Nachdem Lang das Vorhandensein eines Larvenstadiums mit vom Entoderm nicht gesondertem Mesoderm — auch für die Götte'sche Larve (Polykladen p. 400) — leugnet, so musste erwartet werden, dass auch bei den Acoelen eine solche (sit venia verbo!) Vermischung der beiden genannten Keimblätter fehle, wenn sie in der That geschlechtsreif gewordene Polykladenlarven vorstellen sollen. Diese Erwartung hat sich nicht erfüllt und ich konnte zeigen, dass allerdings bei manchen Formen eine mehrweniger ausgesprochene Trennung der Ento- und Mesodermelemente vorkommt, dass aber daneben auch solche sich finden, bei welchen die Sonderung sich noch nicht vollzogen hat. Das Nebeneinandervorkommen so verschiedener Ausbildungsgrade des Parenchyms deute ich als fortschreitende Entwickelung nach der Richtung der coelaten Turbellarien; im Sinne Lang's ist dasselbe überhaupt nicht zu erklären — man müsste denn annehmen, dass die heutigen Acoelen mit ungesondertem Meso- und Entoderm nach dem Stehenbleiben in der Entwickelung noch eine histologische Rückbildung erfahren haben und die Vermischung der genannten Keimblätter eine sekundäre sei.

Wie ich die Stellung der Acoelen auffasse, ist es zu ihrem Verständnisse gar nicht nothwendig, so wenig begründete Annahmen heranzuziehen. Ich suche die Ahnen derselben weder unter den Ctenophoren noch in hypothetischen „stehen-

1) „Untersuchungen zur vergl. Anatomie u. Histologie d. Nervensystems d. Plathelminthen", „Die Polykladen", „Lehrbuch d. vergl. Anatomie".

gebliebenen" Polykladenlarven, sondern finde, dass die von E. Schulze[1]) entdeckte und als Trichoplax adhaerens beschriebene merkwürdige Thierform eine Vorstufe der Acoela darstellt, welche direkt zu den Gasträaden hinführt. Lang[2]) hat Trichoplax schon bei den letzteren eingereiht, im Gegensatze zu anderen Auffassungen, welche in derselben eine abnorme Spongienlarve sehen wollten[3]) und kürzlich hat Noll[4]) mit speziellem Hinweise auf die Acoela es ausgesprochen „dass wir es hier mit einem sehr einfach gebauten Wurm zu thun haben, der den Wurmtypus in seiner einfachsten Form repräsentirt." Schulze hat bekanntlich in dem Mangel eines Hautmuskelschlauches und Exkretionssystemes[5]) sowie der bilateralen Symmetrie die Hindernisse gesehen für Zurechnung der Trichoplax zum Wurmtypus (l. c. p. 97). Durch die Freundlichkeit des Herrn Prof. Dr. C. Grobben war ich in die Lage gesetzt, noch während der Drucklegung vorliegender Publikation einige Trichoplax aus den Aquarien des Wiener Zoologischen Institutes zu untersuchen, und Herrn Prof. Dr. Noll hat mir eine Anzahl Notizen und Zeichnungen zur Verfügung gestellt, welche seine kurze Publikation wesentlich ergänzen. Dieselben enthalten zunächst Darstellungen des natürlichen Theilungsvorganges, welchen Noll von Anfang bis zu Ende beobachten konnte. Ferner geht aus seinen Mittheilungen hervor, dass das Vorhandensein eines Otolithen denn doch noch fraglich ist. Herr Prof. Noll schreibt: „Anfangs März glaubte ich bei zwei Thieren einen Otolithen in einem runden, hellen Hohlraume zu erkennen, später aber konnte ich trotz der Untersuchung zahlreicher Trichoplax nur noch einmal den Otolithen wiederfinden, so dass ich im Zweifel bin, ob eine Täuschung durch zufällige Anwesenheit eines Fremdkörpers vorliegt oder aber zwei Arten Trichoplax in meinem Aquarium waren, für welche Annahme neben den Grössenunterschieden auch die hellere Farbe und geringere Anzahl von Glanzkugeln bei den grösseren Individuen Anhaltspunkte darböte." Ich bemerke, dass es leider auch mir nicht gelang, den Otolithen bei den wenigen untersuchten Exemplaren wahrzunehmen. Allerdings sind die massenhaften „Glanzkugeln" — welche ich für Homologa der Hautdrüsen der Acoela halte[6]) — ein wesentliches Hinderniss, einen eventuell vorhandenen Otolithen zu erkennen. Es ist dies um so bedauerlicher, als sein Vorhandensein für die Beurtheilung der Verwandtschaft mit den Acoelen eine wichtige Stütze darbieten und die Frage nach dem Symmetrie-Verhältnisse mit einem Schlage lösen würde. Indessen würde auch ohnedem jeder, der Schnitte durch Acoele Turbellarien gesehen, sofort einen Trichoplaxquerschnitt für ein Acoelenpräparat halten, so gross

1) F. E. Schulze, Trichoplax adhærens, nov. gen., nov. spec. Zoolog. Anz. 1883, pag. 92—97.

2) A. Lang, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, I. Abth. Jena 1888, pag. 58.

3) Kosmos XIII. Band, 1883. pag. 319.

4) Bericht über die Senckenbergische naturf. Gesellschaft in Frankfurt a. M. 1890, pag. LXXXVI.

5) Dasselbe fehlt ja auch den Acoelen!

6) Noll schreibt: „Die Glanzkugeln platzen häufig unter dem Deckglase, besonders beim Absterben des Thieres, und entleeren sich. Ich konnte keine dauernd erhalten."

ist die Uebereinstimmung im Bau. Das vom Epithel umschlossene Parenchym wird gebildet durch zum grössten Theile freie und nur stellenweise mit einander anastomosirende Zellen, die theils rundlich und ringsum mit einfachen oder gegabelten Fortsätzen versehen sind, theils aber spindelförmig erscheinen und mit ihrer Längsachse vom Rücken zum Bauche verlaufen. Diese spindelförmigen Zellen sind Muskelzellen und entsprechen den dorsoventralen Parenchymmuskeln der Acoelen, sind zugleich auch (— wenn wir von den, wahrscheinlich als Zoochlorellen aufzufassenden, gelblichen oder grünlichen Zellen absehen —) die einzigen Elemente des Parenchyms, die sich von dem Reste der Zellen desselben morphologisch sondern lassen. Im Uebrigen aber ist in den Parenchymelementen der Trichoplax eine Differenzirung nicht wahrzunehmen und es bietet so ihr Parenchym jenen Zustand von mangelnder Sonderung des Ento- und Mesoderms dar, wie er theoretisch für die niederste Form der Acoela vorausgesetzt werden muss.

Dazu kommt, dass es mir gelungen ist, das Vorhandensein eines Hautmuskelschlauches zu konstatiren. Zwar sind die einzelnen Fasern desselben nur kurz und lange nicht so scharf differenzirt wie sonst bei Acoelen, aber über ihr Vorhandensein kann man sich sowohl am frischen Objekte durch Behandlung mit verdünnter Salpetersäure als auch an Flächenschnitten überzeugen. Sie sind in zwei sich rechtwinkelig kreuzenden Lagen angeordnet, deren eine ein wenig enger gestellt ist als die andere. Jede besteht aus einer einzigen Lage und die Fasern sind so fein, dass ich sie auf Querschnitten nicht mit Sicherheit wiederzuerkennen vermochte.

So dürfte vielleicht schon heute Trichoplax adhaerens als Repräsentant der niedersten Acoelen-Gruppe betrachtet werden, der zudem noch die Fähigkeit der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Theilung zukommt — eine Fähigkeit, welche sich nur bei wenigen höheren Turbellarien erhalten hat. Indessen muss die Zuweisung einer bestimmten Stelle im System vertagt werden bis zur Auffindung des geschlechtlich entwickelten Formzustandes, der hier wohl ebenso gefunden werden wird, wie er bei der, anfangs auch bloss im Zustande ungeschlechtlicher Fortpflanzung bekannt gewesenen Rhabdocoeliden-Familie Microstomida schliesslich entdeckt worden ist[1]).

1) Vergl. Monographie pag. 172 ff.

III. SYSTEMATISCHER THEIL.

Für das System der Acoelen ergeben sich aus den, im Voranstehenden mitgetheilten neuen anatomischen Thatsachen tief eingreifende Konsequenzen. Der Verdacht, der sich mir sofort aufdrängte, nachdem ich das von Delage entdeckte Frontalorgan aus eigener Anschauung kennen gelernt hatte: dass überall da, wo bisher die terminale Lage der Mundöffnung behauptet worden war, eine Verwechselung mit der Ausmündung des Frontalorganes vorliege — er hat sich bei allen auf's Neue untersuchten Formen mit einziger Ausnahme des Proporus venenosus bestätigt. Es muss demnach der von der Mundstellung hergenommene Charakter nicht nur aus der Charakteristik der genera Proporus und Aphanostoma ausgeschieden werden, sondern er verliert auch jeden Werth in allen jenen Fällen, wo nicht neuerliche Untersuchungen mit Rücksicht auf die jetzt bekannten Thatsachen vorgenommen werden konnten. So namentlich für die Diagnose des genus Cyrtomorpha, wo schon eine blosse Vergleichung der Abbildung des Vorderendes von Amphichoerus cinereus (Taf. I Fig. 4) mit den vorliegenden Abbildungen von Cyrtomorpha saliens und subtilis (Monographie Taf. I Fig. 21 und Taf. II Fig. 5) die Vermuthung rechtfertigen würde, dass es sich hier wie dort nicht um den Mund, sondern um das Frontalorgan handle, auch wenn nicht zum Ueberflusse die abermalige Untersuchung der erstgenannten Species die Richtigkeit dieser Annahme erwiesen hätte. Ganz ebenso verhält es sich mit dem Pharynx. Die genera Proporus, Aphanostoma, Nadina und Cyrtomorpha sollten desselben entbehren und ich habe mich mit auf diesen Umstand gestützt, wenn ich das genus Convoluta, bei welchem mir der Nachweis eines in das Parenchym eingesenkten Pharynx simplex gelungen war, als eine höhere Entwickelungsstufe den genannten Gattungen gegenüberstellte. Nun ist aber sowohl bei Proporus wie bei Aphanostoma der Pharynx aufgefunden u. z. zum Theile in einem so hohen Grade entwickelt, wie er bisher für keine einzige Acoele

bekannt war. Für Nadina ist von Niemandem weder das Vorhandensein noch das Fehlen eines solchen Organes behauptet worden und bei Cyrtomorpha saliens habe ich jetzt den Pharynx in Form einer einfachen Integumenteinsenkung genau ebenso konstatiren können wie bei Proporus (Monoporus) rubropunctatus.

Demnach bleibt uns als Eintheilungskriterium nur der Geschlechtsapparat übrig, dessen systematische Wichtigkeit ich s. Z. (Monographie pag. 201) hervorgehoben habe und dem nun auch in der Gattungseintheilung der Acoela dieselbe Rolle zufällt, welche ich ihm für die generische Gruppirung der übrigen Rhabdocoelida zugewiesen hatte. Die beiden Acoelenfamilien Proporida und Aphanostomida bleiben — da ich dieselben damals schon bloss auf die Konfiguration der Genitalorgane begründet hatte — in ihrem Umfange unberührt. Dagegen wird die Gattungseintheilung der Acoela wesentlich alterirt, nicht bloss durch den Wegfall der Mundstellung und des Pharynx als systematischer Kriterien, sondern auch durch die weiter unten eingehender mitzutheilenden neuen Beobachtungen über den Bau der Geschlechtsorgane.

So habe ich bei dem bisherigen Proporus rubropunctatus das Vorhandensein einer Bursa seminalis mit chitinösem Mundstück konstatirt — ein Charakter, der im Zusammenhalte mit den anderen Unterschieden, die sich zwischen dieser Form und dem Proporus venenosus ergeben haben, zu einer generischen Trennung dieser beiden Species führt. Für die erstere soll der neue Genusnamen Monoporus (die Einfachheit der Geschlechtsöffnung andeutend) eingeführt werden.

Noch wesentlicher wird die Eintheilung der II. Familie Aphanostomida umzugestalten sein. Hier entfällt zunächst das genus Cyrtomorpha gänzlich und seine Species werden dem genus Convoluta zugetheilt. Das so unzureichend bekannte genus Nadina aber bleibt, bis wir (hoffentlich durch Perejaslewzew's Untersuchungen!) näheres über dasselbe erfahren, in seiner provisorischen Stellung[1]), um je nach dem Vorhandensein oder Fehlen von Harttheilen der Bursa seminalis später entweder in dem genus Aphanostoma oder in dem genus Convoluta aufzugehen. Dagegen muss für die bisher unter dem Namen Convoluta cinerea beschriebene Form ein neues genus, für das ich den Namen Amphichoerus vorschlage, kreirt werden. Weicht sie schon durch die Form des Körpers sehr auffallend von den typischen Convoluten ab, so begründet vollends die symmetrische Gestaltung des weiblichen Kopulationsorganes mit dem doppelten Bursamundstück die generische Abtrennung von der genannten Formengruppe.

Die neue Eintheilung der Acoela und die Charakterisirung der Gruppen wäre demnach folgende.

[1]) Vergl. Monographie pag. 223.

I. Familia Proporida.

Acoela mit einer Geschlechtsöffnung.

1. genus Proporus (s. str.). Bursa seminalis fehlt.
2. genus Monoporus (n. g.). Mit Bursa seminalis.

II. Familia Aphanostomida.

Acoela mit zwei Geschlechtsöffnungen, die weibliche vor der männlichen gelegen, mit Bursa seminalis.

3. genus Aphanostoma. Bursa seminalis ohne Harttheile.
4. genus Convoluta. Bursa seminalis mit einem chitinösen Mundstück.
5. genus Amphichoerus (n. g.). Bursa seminalis mit zwei symmetrisch gestellten Chitin-Mundstücken. —

Diese Eintheilung sucht sich möglichst an das früher von mir aufgestellte System anzulehnen, nur insoweit Aenderungen darbietend, als hierzu zwingende Veranlassung in der Erweiterung unserer anatomischen Kenntnisse vorliegt. So ist auch der Familia Proporida ihre Stellung an der Wurzel des Stammbaumes der Rhabdocoeliden[1]) belassen. Indessen darf nicht übersehen werden, dass die s. Z. berechtigte Auffassung von der niederen Organisation der Proporida durch das, was oben über den Bau namentlich des Nervensystems mitgetheilt worden ist, erschüttert erscheint. Doch glaube ich es späteren Beobachtern überlassen zu müssen, hier verändernd Hand anzulegen und gebe nur noch die systematisch-anatomischen Beschreibungen der von mir erst in den letzten Jahren genauer untersuchten Species mit biologischen Daten, Fundortsangaben und Addenden zu dem von früher her Bekannten. Auf neue Species, die mir nur gelegenlich in Triest, Lesina, Ancona, Neapel und Roscoff zu Gesichte gekommen sind, gehe ich (mit einer einzigen Ausnahme) an diesem Orte nicht ein.

In Bezug auf die Bezeichnung der Species muss ich die Richtigkeit der Einwände anerkennen, welche Spengel (Gött. gel. Anz. 1884 p. 185) gegen die im I. Bande meiner „Monographie der Turbellarien“ angewandte Methode erhoben hat und ändere demgemäss die Autorenbezeichnung[2]), indem ich mich darin wie auch in der Ab-

[1]) Vergl. Monographie pag. 208.

[2]) Wenn aber Spengel ebendaselbst sagt: „Um in seinem (Graff's) . . . Synonymen-Verzeichniss . . . eine Art auffinden zu können ist es erforderlich, dass man ihre Zugehörigkeit zu einer bestimmten Gattung kenne: befinden wir uns etwa in dem Irrthume, dass die Graff'sche Art Klostermanni zu Vortex oder Planaria gehört, so lässt uns das Register trotz aller seiner Genauigkeit im Stich“ — so ist diese Bemerkung deshalb nicht ganz richtig, weil eine Durchsicht der Gattungsnamen ohne grosse Mühe die existirenden Kombinationen mit dem Speciesnamen „Klostermanni“ auffinden lässt.

kürzung der Autornamen dem Schema füge, welches für die Berliner Zoologische Sammlung[1]) von dem Vorstande derselben festgesetzt worden ist.

Proporus venenosus (O. Schm.)

Taf. X. Fig. 1—9.

(Monographie pag. 217.)

Die Mundöffnung dieser Species liegt dicht unter dem Vorderende des Körpers und führt in einen, fast ein Viertheil der Körperlänge messenden röhrenförmigen Pharynx (Fig. 5, ph). Derselbe steigt zunächst aufwärts, um dann dicht unter dem Gehirne nach hinten zu verlaufen (Fig. 6 u. 7). Er ist in ganzer Länge von langen Flimmerhaaren ausgekleidet und erweist sich als direkte Fortsetzung des Integumentes, dessen Muskularis sich auf ihn umschlägt. Kerne habe ich in seiner Epithelialschichte nicht finden können, wie ja solche auch im Körperepithel sehr spärlich auftreten. Integument und Drüsen sind schon im anatomischen Theile (S. 6 u. 9) besprochen worden, desgleichen die eigenthümliche Gestaltung des etwas über dem Vorderende des Körpers (Fig. 3, so) mündenden Frontalorganes (S. 44), Parenchym (S. 20), Gehirn (S. 33) und Otolithenblase (S. 39). Die beiden grossen Augen (Fig. 3, au) mit ihrer, wie es scheint aus einer einzigen Zelle bestehenden halbkugelförmigen Linse sind auch hier tief in's Parenchym eingebettet. Ueber die Art ihrer Innervation bin ich mir nicht ganz klar geworden.

Auch jetzt habe ich nur eine einzige Geschlechtsöffnung finden können. Sie ist am hinteren Körperende angebracht und führt in den schon von früher her bekannten flimmernden männlichen Genitalkanal (Fig. 4 u. 5, de) der vor seinem Uebergange in die Scheide des Penis (pe) sich lippenartig aufwulstet. Diese Aufwulstung habe ich s. Z. (Monographie, Tab. I Fig. 2, ps) als Mündung der Penisscheide gezeichnet, desgleichen den Kranz spindelförmiger Zellen, welche die Wand des Penis bilden und zu seiner Spitze konvergiren. Die Hodenzellen (Fig. 8, te) liegen frei im Parenchym, dagegen sind die Ovarien von einer Tunica propria (Fig. 4, ove) umhüllt. Um so merkwürdiger ist es, dass ich vergeblich auch in meinen besten Präparaten die Eileiter gesucht habe. Einzelne Befunde (wie z. B. Fig. 4) lassen allerdings die schon früher von mir geäusserte Ansicht als richtig erscheinen, dass die Ovidukte in den Endtheil des männlichen Ductus ejaculatorius einmünden — aber völlige Sicherheit habe ich darüber nicht erlangen können. Ueber die Eibildung s. oben S. 47.

Als neuen Fundort für Proporus venenosus kann ich den Lago grande auf der dalmatinischen Insel Meleda anführen.

1) Liste der Autoren zoologischer Artbegriffe, zusammengestellt für die zoologische Sammlung des kgl. Museums für Naturkunde in Berlin. Berlin 1880.

Proporus Cyclops O. Schm.

Ich hatte in meiner Monographie (p. 222) diese Species, auf welche Schmidt das genus Proporus begründet hatte, eingezogen und mit Aphanostoma latissimum Levins. vereinigt. In Folge der Entdeckung des Pharynx von Proporus venenosus erinnerte ich mich aber, dass Schmidt[1]) von seinem Proporus Cyclops bemerkt: „die Mundöffnung ist am äussersten Vorderrande; der Schlund, eine einfache Röhre ohne besonders bemerkbare Muskeln, erweitert sich allmählig und geht unvermerkt in den Magen über". Diese Angabe gewinnt jetzt an Bedeutung und zwingt uns, die Species als echten Proporus zu restituiren. Zugleich ist sie ein neuer Beweis für die Zuverlässigkeit der thatsächlicheu Angaben dieses Forschers.

Monoporus rubropunctatus (O. Schm.).

Taf. VIII Fig. 5—8, Taf. IX Fig. 1—6.

(Proporus rubropunctatus O. Sch. Monographie pag. 217.)

Der „terminale Mund" der früheren Beschreibungen ist nichts anderes als die hier sehr weite und augenfällige Mündung des Frontalorganes (Taf. IX Fig. 5, som). Der ganz eigenartige Bau dieses letzteren ist schon oben (S. 44) beschrieben worden. In Wirklichkeit liegt die sehr kleine Mundöffnung (m) in der Mitte der Ventralseite und setzt sich in eine überaus primitive kurze Schlundeinsenkung fort. An konservirten Thieren erscheint der Mundtrichter bisweilen nach aussen umgeschlagen (Fig. 1). Das Epithel ist bei dieser Form reich an Kernen und von den spiraligen Ausführungsgängen zahlreicher Drüsen durchsetzt. Ueber diese und das Büschel von Schwanzdrüsen (Fig. 5, sdr) s. oben S. 8, desgleichen was das Parenchym (S. 20), Nervensystem (S. 34) und den Otolithen (S. 39) angeht. Die Augenflecken (Fig. 6, au) gehören, wie ich schon früher behauptet hatte, in der That dem Epithel an und werden durch eine Gruppe polygonaler, von Pigmentkörnchen mehrweniger dicht erfüllter Zellen gebildet, in denen man bisweilen deutlich den farblosen Zellkern erkennt. Die Geschlechtsdrüsen sind sämmtlich von einer Tunica propria gegen das Parenchym abgegrenzt, während dies bei Proporus venenosus nur für die Ovarien gilt (s. S. 22). Dadurch nimmt Monoporus rubropunctatus eine Ausnahmsstellung unter allen Acoelen ein, als einzige mit kompakten Hoden versehene Form und ein Querschnitt aus der Region vor dem Munde, wo die Hoden fast die ganzen Seitentheile des Körpers erfüllen (Taf. VIII Fig. 8) erinnert um so auffallender an den Querschnitt durch irgend eine Rhabdocoele, als das die Mitte einnehmende Parenchym noch durch

1) Neue Beiträge z. Naturgesch. d. Würmer ges. auf einer Reise nach d. Färör im Frühjahre 1848. Jena 1848, pag. 9 und Taf. I Fig. 3.

dorsoventrale Muskelfasern (mf) von den Geschlechtsdrüsen geschieden und dadurch dem Durchschnitte durch ein Darmrohr ähnlich wird. Im Uebrigen haben meine Untersuchungen die Kenntniss des Geschlechtsapparates wesentlich gefördert und gezeigt, dass die Konfiguration desselben sich innig an die bei Convoluta herrschenden Verhältnisse anschliesst, von denen sich Monoporus im wesentlichen bloss durch die gemeinsame Ausmündung des männlichen und weiblichen Apparates unterscheidet.

Die Taf. VIII Fig. 5 gegebene Abbildung eines Quetschpräparates wird ergänzt durch den medianen Längsschnitt Taf. IX Fig. 5, welch' letzterer lehrt, dass Penis (pe) und Vagina (va), welche im Quetschpräparate neben einander zu liegen kommen, in Wirklichkeit beide der Medianebene angehören, derart, dass von dem gemeinsamen Atrium genitale (♂♀) zunächst der Ductus ejaculatorius nach vorne zum Penis abzweigt, während die weite Vagina einen dorsal über den Penis nach vorne ziehenden Bogen beschreibt. Die Cilienbekleidung des Atrium setzt sich ziemlich weit in die Vagina, dagegen nicht in den Penis fort. Der eiförmige Penis ist mit einer dicken Muskularis versehen und enthält den drüsigen Ductus ejaculatorius, der sich gegen die kugelige Samenblase (vs) hin verschmälert. Letztere empfängt rechts und links die Vasa deferentia vd_I — eigentlich die unteren von reifen Spermatozoen erfüllten Enden der beiden, dorsal über den Ovarien gelegenen Hoden (vergl. Taf. IX Fig. 1—3, te und vd_I). Die Vagina erweitert sich an ihrem vorderen Ende, indem sie zunächst beiderseits die beiden Ovarien (ov) aufnimmt — ihr Epithel setzt sich direkt fort in das Ovarialepithel (ove) — und in der Mitte eine kleine ventrale Ausbuchtung für die Aufnahme des chitinösen Mundstückes der Bursa seminalis (bs) bildet. Das letztere ist zarter, schlanker und (wie aus dem im frischen Zustande nur schwach gelblichen Ton zu schliessen) aus weniger harter Chitinsubstanz gebildet als dies bei Convoluta der Fall ist, ohne jedoch einen wesentlich anderen Bau zu zeigen; höchstens wäre die verhältnissmässig bedeutende Grösse der Matrixzellen (ma) hervorzuheben (vergl. oben S. 47). Indem die Matrixzellen sich über die Spitze des Mundstückes erheben, bilden sie eine Art Trichter, in welchem auf Schnitten stets mehrweniger grosse Spermaballen (sp) gefunden werden. Diese Stelle, der Fundus vaginae, ist offenbar die Stelle, bis zu welcher einerseits das bei der Copula aufgenommene Sperma gebracht werden muss um in die Bursa seminalis hineingepumpt zu werden und in welcher anderseits bei der Eiablage die Vereinigung von Ei und Sperma stattfindet. Bisweilen ist dieser Fundus vaginae so von Sperma erfüllt, dass dasselbe nach oben und vorne die Vaginalwand ausbaucht — ein Fall, der bei dem Querschnitte Taf. IX Fig. 2 vorlag. In das gemeinsame Atrium genitale münden zahlreiche accessorische Drüsen, die im Umkreise desselben angehäuft sind (Fig. 5, ad) und sich in tingirten Präparaten (Fig. 3 u. 4) durch die Grösse ihres starkgranulirten Plasmaleibes und ihre ein Kernkörperchen einschliessenden grossen, hellen, ovalen Kerne kennzeichnen.

Wie diese selbe Schnittserie zeigt, nährt sich Monoporus rubropunctatus unter Anderem auch von Rotatorien, deren zwei in verschiedenen Stadien der Ver-

dauung (Fr, Fr_1) in Fig. 1 getroffen sind. Als neue Fundorte für vorliegende Species führe ich an: Lago grande auf der dalmatinischen Insel Meleda und den Hafen von Lissa.

Aphanostoma diversicolor Oerst.

Taf. V Fig. 4.

(Monographie pag. 220.)

Wenn auch die wenigen mir zu Gebote stehenden Exemplare nicht in der wünschenswerthen Weise konservirt waren, um tadellose histologische Präparate zu liefern, so gaben dieselben doch in Bezug auf die wichtigsten Fragen Aufschlüsse. So wurde das Gehirn (g) erkannt und konstatirt, dass der vermeintliche terminale Mund nichts als die Mündung des Stirnorganes (so) vorstellt. Die dasselbe zusammensetzenden Drüsen (sd) liegen weit hinter dem Otolithen (ot) und breiten sich rechts und links von der Mittellinie im Vorderkörper aus, wie dies schon Jensen[1]) dargestellt hat, der in ihnen Speicheldrüsen zu sehen glaubte. Die zweite kleinere Art von „Speicheldrüsen", welche nach Jensen der Körperspitze speziell eigen sein sollten, sind nichts anderes als die zusammengedrängten Sekretstränge der Stirndrüsen — das eigentliche „Organe frontal" im Sinne von Delage.

Die Mundöffnung liegt ziemlich weit hinten im zweiten Körperdrittheile auf der Bauchseite. Sie ist von einem Diaphragma (d) umgeben, welches von der Stelle entspringt, wo das — nach innen trichterförmig verengte — Pharyngealrohr (ph) sich abzweigt.

Die Bursa seminalis (bs) ist gleich wie der Penis eine muskulöse Blase, die noch durch besondere, schirmartig zur Haut abgehende Muskelfasern (Protractoren der Bursa pr und des Penis pm) befestigt erscheint. Der Ausführungsgang der Bursa ist von einer starkglänzenden Cuticula ausgekleidet, dem Produkte eines hohen Cylinderepithels. Wahrscheinlich ist sie chitinös und als Vorstadium der bei anderen Acoelen als selbständige Bildungen auftretenden Mundstücke anzusehen.

Der konische Penis (pe) umschliesst eine kleine Samenblase (vs) und ist in einer von schönen Cylinderzellen ausgekleideten Penisscheide (ps) geborgen.

Am Hinterende mündet ein Büschel von birnförmigen Drüsen (Schwanzdrüsen cd).

Als neuer Fundort für Aphanostoma diversicolor ist Roscoff zu verzeichnen.

Convoluta saliens (Graff).

(Cyrtomorpha saliens n. sp., Monographie pag. 224.)

Wie oben (S. 53) auseinandergesetzt wurde, muss das genus Cyrtomorpha fallen gelassen werden, nachdem es nicht bloss a priori wahrscheinlich geworden, dass

[1]) Turbellaria ad littora Norvegiæ occidentalia. Bergen 1878, pag. 17, Tab. I Fig. 13

der für dasselbe charakteristische „terminale Mund“ nichts ist als das Frontalorgan, sondern überdies diese Vermuthung durch erneute Untersuchung gerade für den vorliegenden typischen Vertreter meines genus Cyrtomorpha sich als richtig erwiesen hat. Wie es sich mit der s. Z. aufgestellten zweiten Species dieses genus, der Cyrtomorpha subtilis verhält, soll weiter unten bei Convoluta sordida erörtert werden.

Schnittserien durch altes Spiritusmaterial liessen folgendes konstatiren. Der Mund liegt bauchseits etwa in der Mitte der Körperlänge. Das Gehirn ist deutlich erkennbar, desgleichen das wohlausgebildete Frontalorgan mit seiner ein wenig dorsalwärts angebrachten Mündung. Was das Parenchym und die dorsoventrale Muskulatur betrifft, so erinnern die Querschnitte an Monoporus rubropunctatus. Auffallend ist die Differenz zwischen Rücken und Bauch in Bezug auf das Integument. Es ist nämlich dorsalseits das Epithel viel höher als auf der Ventralseite und dazu kommt, dass die Drüsen am Rücken spärlich, dagegen ganz ausserordentlich reichlich auf der Bauchseite getroffen werden. Namentlich in der Umgebung des Mundes sind ihre Ausführungsgänge dicht aneinander gedrängt.

Convoluta flavibacillum Jens.

Taf. V Fig. 10.

(Monographie pag. 227.)

Sowohl Schnitte als auch Quetschpräparate von meinem noch aus Millport stammenden alten Materiale haben mich das Frontalorgan — wie es mit seiner ausserordentlich scharf umrandeten und weiten Mündung (som) in Fig. 10 abgebildet ist — erkennen lassen. Desgleichen konnte ich mich von dem Vorhandensein des Gehirnes überzeugen und möchte Fachgenossen, welche Gelegenheit haben diese Species im frischen Zustande zu erhalten, ganz besonders bitten, das Gehirn hier eingehend zu studiren, nachdem dasselbe schon in dem alten Materiale mit auffallender Schärfe hervortritt.

Convoluta sordida Graff.

Taf. IV Fig. 1—6, Taf. V Fig. 1—3.

(Monographie pag. 228.)

Das wohlausgebildete Frontalorgan ist auch hier mit einer scharf umrandeten Mündung (Taf. IV Fig. 1, so) versehen. Die ventrale und schon früher als eine Längsspalte beschriebene Mundöffnung erweist sich als solche auch bei konservirten Individuen, indem sie über 10—15 Schnitte einer Querschnittserie zu verfolgen ist. Aehnlich wie bei Aphanostoma diversicolor ist auch hier der Mundrand wie ein Dia-

phragma (Taf. IV Fig. 5, d) vor den Eingang in das kurze Pharyngealrohr (ph) vorgespannt, wozu noch eine lippenartige Erhebung des Körperepithels (l) als seitliche Umrahmung des Mundspaltes hinzukommt. In dieser Lippe scheinen stäbchenartige Nervenendigungen enthalten zu sein. Zudem setzen nach innen von der Lippe kräftige Muskelfasern (m_l) an die Basis des Diaphragma an. Dass Convoluta sordida die muskulöseste aller Acoelen ist — mit einem sehr kräftigen Hautmuskelschlauche und einem davon abgegliederten Seitenrandmuskel (sm), mit reichlichen dorsoventral sowie auch horizontal (hm) verlaufenden Leibesmuskeln versehen — ist schon oben (S. 6) hervorgehoben worden. Desgleichen haben daselbst (S. 11) die eine specifische Eigenthümlichkeit der vorliegenden Form bildenden flaschenförmigen Drüsen des Vorderkörpers eine genaue Darstellung erfahren, sowie das Parenchym (S. 18) und das Nervensystem (S. 33). Die runden oder verästelten zweifarbigen Pigmentzellen liegen sämmtlich im Parenchym und es ist — wie ich das s. Z. von Cyrtomorpha subtilis hervorgehoben habe — das grünlich-braune Pigment in Form von Körnchen, das schwefelgelbe dagegen in Gestalt kleinster Stäbchen angehäuft. Die Rhabditen finden sich wie bei der letztgenannten Species einzeln und in Paketen und treten bei Druck aus der Haut hervor und die eigenthümlichen Krystalloide (?), die ich bei Cyrtomorpha subtilis und Convoluta paradoxa beschrieben habe (Monographie pag. 78), traf ich wiederholt auch bei Convoluta sordida in Form kleinerer oder grösserer Häufchen in der Umgebung des Otolithen. An einigen in Roscoff beobachteten Exemplaren überzeugte ich mich von dem Vorhandensein einzelner langer Geisselhaare, die in ähnlichen Zwischenräumen über die ganze Körperoberfläche vertheilt sind, wie bei Convoluta flavibacillum (Monographie, Atlas Taf. III Fig. 2).

In Bezug auf den Geschlechtsapparat sei zunächst hervorgehoben, dass die reifen Eier dieselbe gelbe Pigmentirung aufweisen wie bei Convoluta paradoxa, dass dagegen das Bursa-mundstück zarter und schlanker ist als bei der genannten Species. Es misst hier ca. 0,035 mm Länge bei einer grössten Breite von 0,012 mm, während es dort fast kugelig gestaltet ist. Was einige glückliche Präparate (Taf. V Fig. 1—3) über den feineren Bau des Penis lehrten, gilt höchstwahrscheinlich auch für die übrigen Convoluten, weshalb es hier mitgetheilt werden soll. Die männliche Geschlechtsöffnung (Fig. 1, ♂) führt zunächst in das von einem Cylinderepithel ausgekleidete und mit einer Muskularis versehene Antrum genitale masculinum[1]), welches die Ausführungsgänge massenhafter (besonders hinter der Geschlechtsöffnung angehäufter) accessorischer Drüsen (ad) aufnimmt. Das Epithel des Antrum setzt sich direkt in das drehrunde Penisrohr (pe) fort. Dagegen spaltet sich die Muscularis an der Stelle des Ueberganges in den Penis derart, dass nur ein Theil derselben auf letzteren übergeht (pm), während eine zweite Muskelhaut unter beträchtlicher Verstärkung sich vom Penis abhebt und zur Penisscheide (ps) wird — ein weiter, nahe seinem blinden Ende die „Vasa

[1]) Ueber die Benennung dieser Vorräume s. Monographie pag. 128.

deferentia" (vd_1) aufnehmender Sack, in welchen der Penis einfach hineinhängt. Der Innenwand der Penisscheide liegen, ohne ein geschlossenes Epithel zu bilden, zahlreiche länglich-spindelförmige Zellen (sz) an, die stellenweise in grösserer Zahl angehäuft wahrscheinlich das Körnersekret (Fig. 1, ss) liefern, welches den Raum zwischen Penis und Penisscheide erfüllt und hier unter denselben Gesichtspunkt fällt wie das gleichnamige Sekret bei den Rhabdocoelen (Monographie pag. 169).

Ich habe diese ursprünglich bloss von Neapel her bekannte Form überall, wenn auch nirgends häufig, wiedergefunden, wo ich nach Acoelen fahndete: bei Roscoff, dann in der Adria bei Triest, Lesina, Lissa, Meleda und Ancona.

Vergleicht man das, was hier über Convoluta sordida mitgetheilt ist, mit der in meiner Monographie p. 225 gegebenen Beschreibung von Cyrtomorpha subtilis, so fehlt es an jedem specifischen Unterschiede zwischen den genannten beiden Formen in dem Augenblicke, da man annimmt, dass der endständige „Mund" der letzteren nichts sei als die Mündung des Frontalorganes. Diese Annahme halte ich aber für durchaus berechtigt und sehe mich daher veranlasst, die Species Cyrtomorpha subtilis einzuziehen und unter Convoluta sordida zu subsummiren.

Convoluta Lacazii nov. spec.

Während meines Aufenthaltes in Roscoff kamen mir unter den 10—12 Exemplaren von Convoluta sordida zwei vor, welche ausser den beiden rechts und links vom Otolithen gelegenen rostrothen Augenflecken deren noch zwei weitere besassen, die einander etwas mehr genähert waren als das vordere Paar und von diesem etwa ebensoweit entfernt waren, wie jeder vordere Augenfleck vom Otolithen (vergl. den nebenstehenden Holzschnitt). Wenn ich nun auch keine weiteren Unterschiede von Convoluta sordida namhaft machen kann, so war doch die Augenstellung in beiden Fällen eine so übereinstimmende, dass ich dieselbe nicht unter die in meiner Monographie pag. 114—116 angeführten individuellen Varianten der Augenbildung einreihen kann, sondern als specifische Bildung ansehen muss. Sie sei daher diese vieräugige Form als nova species zu Ehren des um die Wissenschaft so hoch verdienten Begründers des „Laboratoire de Zoologie expérimentale" zu Roscoff Convoluta Lacazii benannt.

Fig. 1.

Convoluta paradoxa Oerst.

Taf. V Fig. 5—9, Taf. VI Fig. 1—11.

(Monographie pag. 228.)

Es war diese allverbreitete schon bisher auch die am besten bekannte von allen Acoelen und ich habe daher, nachdem über den Bau des Frontalorganes (S. 43), des

Nervensystems (S. 32) und Parenchyms (S. 16), der Giftorgane und der Bursa seminalis (S. 47) schon berichtet worden ist, an dieser Stelle nur noch wenig zu bemerken.

Aufmerksam zu machen wäre auf die Dicke der Wandung des sehr einfach gebauten Pharyngealrohres (Taf. VI Fig. 1, ph), dessen Versorgung mit einem Pharyngealnerv (nph) sowie auf den Umstand, dass der Pharynx auch hier nach aussen umgeschlagen werden kann (Taf. V, Fig. 5 u. 6, m). Die letzten beiden Figuren illustriren auch das verschiedene Verhalten des Seitenrandes des Körpers je nach dem Hervortreten oder Verstreichen seiner Randfurche (vergl. S. 38). Das Frontalorgan mündet ausgesprochen dorsal (Taf. V Fig. 7, so) und erscheint schlanker und länger als bei verwandten Formen.

Zu den zahlreichen bisherigen Fundstellen seien als neue notirt: Roscoff, Meleda (Riesenexemplare!), Lissa, Ancona.

Convoluta Schultzii O. Schm.

Taf. VII Fig. 11—17, Taf. VIII Fig. 3 und 4.

(Ex pte Convoluta Schultzii der Monographie pag. 233).

Die Zweifel, welche ich s. Z. über die Identität der in der Adria lebenden grünen Convoluta mit jener von Roscoff äusserte[1]), machten voller Gewissheit Platz, nachdem ich im August 1886 die letztere Form in vivo kennen gelernt hatte. Ein Blick auf die langgestreckte, Fädchen von mehr als 4 mm Länge darstellende Roscoffer Form und deren charakteristisch elegante Bewegungen: das energische Dahingleiten in der Richtung der Längsachse, die schlängelnden Wellenbewegungen wenn sie vom Boden des Gefässes zur Wasseroberfläche strebt, oder die regelmässige langsame Schraubendrehung wenn sie sich senkrecht im Wasser schwebend erhält — genügt für das geübte Auge vollauf, um sie von der kleinen ovalen oder Komma-förmigen, selten über 1 mm messenden adriatischen Species zu unterscheiden, die gleich den meisten übrigen Acoelen scheinbar planlos im Wasser umherstrudelt, Richtung und Schnelligkeit der Bewegungen rasch wechselnd.

Die Untersuchung des Baues ergab bald genugsam anatomische Differenzen, wenn auch der anfänglich für entscheidend angesehene, durch die vermeintlich verschiedene Mundstellung gegebene Unterschied sich als imaginär erwies, indem spätere Vertiefung der Kenntnisse durch Anwendung der Schnittmethode für beide Formen die ventrale Lage des Mundes feststellen konnte.

Um nun die Unterschiede recht klar zu machen, habe ich die beiden grünen Convoluten bei der gleichen Vergrösserung (110 ×) auf Taf. VII nebeneinander ab-

1) Turbellarien von Lesina, Zool. Anz. 1886, pag. 340.

gebildet u. z. von der adriatischen Form das grösste der in Triest und Lesina beobachteten Individuen (Fig. 11), von der Roscoffer das grösste an Ort und Stelle nach dem Leben gezeichnete Exemplar (Fig. 1). Von den in meiner Monographie sub Convoluta Schultzii O. Sch. angeführten Litteraturnachweisen gehören O. Schmidt, M. Schultze und höchstwahrscheinlich auch Metschnikoff, Ulianin und Busch zur adriatischen grünen Convoluta[1]) — welcher der Namen C. Schultzii verbleibt — während Geddes, Lankester und die späteren Beobachtungen von Delage[2]) sich auf die von Roscoff beziehen. Letztere werde ich demnach weiter unten als Convoluta Roscoffensis beschreiben.

Convoluta Schultzii und Convoluta Roscoffensis nehmen ohne Zweifel nicht bloss durch den Besitz von Zoochlorellen und ihre Körperform, sondern auch durch eine Reihe von anatomischen Eigenthümlichkeiten (Bau des Parenchyms, Form des Penis, Besitz von Sagittocysten, in gewisser Beziehung auch die Gestalt des Bursa-mundstückes) eine Sonderstellung ein unter den Convoluten und werden vielleicht bei tieferer Ausgestaltung unseres Acoelensystems besser als besonderes subgenus den übrigen Vertretern der Gattung Convoluta gegenüberzustellen sein. —

Von der Convoluta Schultzii habe ich im Ganzen bei Triest, Lesina und im Lago grande von Meleda bei wiederholten Aufenthalten daselbst 10 Exemplare — sämmtlich pelagisch — gefischt[3]). Das kleinste 0,17 mm lange Individuum enthielt bereits Spermatozoenhäufchen sowie einen deutlichen Penis und war durch die zahlreichen, gleichmässig im Körper vertheilten Pakete von rothbraunen Pigmentstäbchen die grosse Einziehbarkeit seines Vorderendes und Expansionsfähigkeit der Seitentheile des Leibes ausgezeichnet, wodurch es bisweilen die in Fig. 15 gezeichnete eigenthümliche Form annehmen konnte. Auf die Bauchseite eingeschlagen, mussten hier die Seitentheile in der Mittellinie zusammentreffen, wie dies Ulianin für seine 0,28—0,68 mm langen Exemplare von Sebastopol zeichnet[4]), die ebenso wie Busch's Gyrator viridis das gleiche Verhalten des braunen Stäbchenpigmentes aufweisen, wie dieses unser kleinstes Exemplar von Triest (August 1884).

Bei grösseren Individuen (0,5 mm und darüber) treten die Seitentheile zurück — sie sind zwar zur Bauchseite eingebogen (Fig. 11, s) aber weit entfernt von der Mittel-

[1]) Convoluta Schultzii O. Sch. pag. 140 des Prodromus faunæ mediterraneæ von J. V. Carus, vol. I. Stuttgart 1884.

[2]) Études histologiques etc. Arch. Zool. expér. (2) vol. IV, Paris 1886.

[3]) In Ancona, wo Schultze dieses Thier „reichlich" vorfand, habe ich während der Osterferien 1888 vergeblich danach gesucht. Allerdings war dieser Frühling ganz abnorm stürmisch und kalt, auch mögen die seit Schultze's Zeiten aufgeführten Hafenbauten den Charakter der Meeresfauna von Ancona wesentlich umgestaltet haben.

[4]) Die Turbellarien der Bucht von Sebastopol, Moskau 1870, Taf. I Fig. 15. — Vergl. auch die Zeichnung von Busch (Ueber einige wirbellose Seethiere, Berlin 1851, Taf. XIV Fig. 12) und die Deutung, welche ich derselben in meiner „Monographie" gegeben habe. Busch's Exemplare waren 0,1—0,12 mm lang.

linie — und das Stäbchenpigment mehr auf das Vorderende des Körpers konzentrirt, indem der Theil vor dem Munde viel mehr und grössere Häufchen desselben enthält als der Rest des Leibes. Bei ruhigem Schwimmen haben die grösseren Thiere die in Fig. 11 gezeichnete, nach hinten sanft verjüngte Form und nur vorübergehend habe ich einmal die in Fig. 14 gezeichnete Gestaltung des Hinterendes beobachtet.

Das grösste, in der Nähe des Scoglio Baba bei Lesina, im März 1885 gefischte Exemplar liegt der ersteren Zeichnung zu Grunde. Es hatte eine Länge von 1,8 mm und mit ausgebreiteten Seitentheilen eine grösste Breite von 0,87 mm und war dicht erfüllt von Zoochlorellen, deren Durchmesser zumeist 0,009—0,011 (selten bis 0,019) mm betrugen. Die (0,027 mm breite) Otolithenblase (ot) mit ihrem schüsselförmigen und auf der Konkavseite gebuckelten Otolithen von 0,014 mm Durchmesser liegt etwa am Hinterrande des ersten Siebentels der Körperlänge, dessen vordere Hälfte völlig vom Frontalorgan eingenommen wird. Die Mündung des letzteren liegt auch hier exquisit dorsal (Fig. 13, so). Jederseits des Otolithen finden sich die Augenflecken (au), die sich lediglich in der Grösse von den Häufchen des Stäbchenpigmentes unterscheiden und deshalb wohl von den bisherigen Beobachtern übersehen worden sind. Der Mund liegt als kleiner querovaler Spalt an der Grenze zwischen erstem und zweitem Leibesdrittheil und setzt sich in ein wohlentwickeltes Pharyngealrohr fort (vergl. Fig. 13, m).

Sagittocysten fand ich nur bei den Exemplaren von 1 mm Länge und darüber und zwar bloss im Hinterende des Körpers. Das in Fig. 11 abgebildete enthielt deren ca. 20 Stück von 0,045—0,05 mm Länge. Sie waren nach beiden Enden gleichmässig zugespitzt (sa) und glichen im optischen Verhalten Nadeln von Kalkschwämmen. Noch stärker lichtbrechend war die in ihnen eingeschlossene Nadel von 0,034 Länge. Die von M. Schultze[1]) beschriebene Entladung derselben ist in Taf. VIII Fig. 3. u. 4 dargestellt — der Kontour des Endes, durch welches die Nadel hervortrat, wurde dabei undeutlich und es schien mir, als ob zugleich mit der Nadel auch eine klare Flüssigkeit aus der Sagittocyste hervorträte.

Was die Geschlechtsorgane betrifft, so lehren die Fig. 11 u. 13 zunächst, dass die beiden Geschlechtsöffnungen im letzten Viertel des Körpers liegen, die weibliche (♀) am Beginne desselben, die männliche (♂) etwa in der Mitte zwischen ersterer und dem Hinterende.

Das chitinöse Mundstück (ch) der Bursa seminalis (bs) ist ziemlich kräftig, im ausgebildeten Zustande ca. 0,09 mm lang und an der Basis 0,01 mm dick, aber so stark gekrümmt, dass die gerade Entfernung zwischen Basis und Spitze nur etwa 0,06 mm beträgt (vergl. Taf. VII Fig. 16). Einmal fand ich dasselbe fast rechtwinklig

[1]) Bericht über einige im Herbst 1853 an der Küste des Mittelmeeres angestellte zootomische Untersuchungen. Verh. d. Würzburger phys.-med. Ges. Bd. IV, 1853, pag. 224.

gebogen (Fig, 17, c) und es muss bemerkt werden, dass bei ganz kleinen Individuen, deren weibliche Organe noch nicht ausgebildet sind, auch das Bursamundstück in Grösse und Krümmungsstärke hinter dem fertigen Organe zurücksteht (Fig. 17, a u. b). Auch hier geht nämlich die männliche Reife der weiblichen voraus — die Zeichen der letzteren fand ich nur bei Thieren von über 0,5 mm Länge — und so mag es sich erklären, dass Ulianin und Busch, denen viel kleinere Exemplare vorlagen, das Bursamundstück gar nicht oder bloss im unfertigen Zustande (Busch) vorfanden.

Dem nach vorne gerichteten männlichen Kopulationsorgane scheint in der That (übereinstimmend mit Ulianin's Darstellung) der sonst bei Convoluten allgemein vorhandene Drüsenbelag zu fehlen. Die reifen Spermatozoen sind beiderseits gesäumt; sie haben eine Länge von 0,23—0,28 mm und gleichen völlig den Spermatozoen von Convoluta Roscoffensis (s. dort S. 69).

Auch bei der vorliegenden Species finden sich die schon von anderen Acoelen (s. Monographie p. 78 u. 230) beobachteten, in rundlichen oder unregelmässig gestalteten Zellen eingeschlossenen krystalloiden Körper. In einem Falle fand ich deren wenige hinter dem Otolithen, in einem anderen aber waren diese Zellen an der Dorsalseite so massenhaft angehäuft, dass sie einen grossen lappigen Flecken bildeten, der bei auffallendem Lichte lebhaften Silberglanz hatte (Fig. 14). In Fig. 12 sind einzelne dieser Zellen bei starker Vergrösserung abgebildet — im durchfallenden Lichte sind sie opak und ihre Krystalloide irisiren dann in blau, roth und violett. Im anatomischen Theile habe ich des Nervensystems (S. 33) und des Frontalorganes (S. 41) der Convoluta Schultzii gedacht.

Schliesslich mag konstatirt werden, dass Convoluta Schultzii — trotz der Zoochlorellen! — sich von kleinen Krustaceen und Rhabdocoeliden ernährt, wie die beiden in Schnitte zerlegten Exemplare beweisen. Sie enthalten nämlich diverse Krebspanzer, eines neben solchen noch eine halbverdaute kleine Plagiostomide. Es scheint also hier die Symbiose noch jüngeren Datums zu sein als bei Convoluta Roscoffensis (s. dort und im Anhange Prof. Haberlandts Auseinandersetzungen!).

Convoluta Roscoffensis mihi.

Taf. VII Fig. 1—10, 18 u. 19, Taf. VIII Fig. 1 u. 2.

(Ex pte Convoluta Schultzii der Monographie pag. 233.)

Man muss die Ebbetümpel nächst dem Badestrande von Roscoff oder an der Ostecke der gegenüberliegenden Insel Bas, in denen diese grüne Convoluta lebt, selbst gesehen haben, um sich eine Vorstellung von den ungeheuren Massen zu machen, in denen sie daselbst beisammenlebt. Wie Geddes mit Recht hervorhebt, glaubt man es zuerst mit dem Belage einer grünen Alge zu thun zu haben, bis man bei näherem Zusehen die zierlichen grünen Fädchen in wohl Centimeter dicker Schicht

durcheinander wimmeln sieht. Convoluta Roscoffensis ist die einzige Turbullarie, von der man ein so massenhaftes Beisammenleben kennt und zu deren Fang man sich statt mit dem Netze mit einem Esslöffel ausrüstet. Ein einmaliges Schöpfen mit demselben verschafft uns über 100,000 Individuen[1]). Bei schlechtem Wetter und wenn die Fluth ihre Tümpel überschwemmt, ziehen sich die Schaaren in den weissen Sand zurück, desgleichen veranlasst sie mechanische Erschütterung des Bodens (durch Aufstampfen mit dem Fusse z. B.) sich zu verkriechen.

In einem Glasgefässe streben sie stets der Seite des Lichteinfalles in raschen Kriechbewegungen zu. Die Art ihrer Bewegungen ist schon oben (sub Convoluta Schultzii) beschrieben worden und es sei daher nur noch auf die wichtigen biologischen Beobachtungen hingewiesen, welche im Anhange von Prof. Haberlandt mitgetheilt werden. Die Seitenränder des Körpers (Taf. VII, Fig. 1, s) sind beim freien Schwimmen im Wasser wohl zur Bauchseite gekrümmt, nie aber völlig eingeschlagen, während im Kriechen an der Glaswand der Körper ganz flach ausgebreitet scheint.

Individuen von 2,5—3 mm Länge sind sehr häufig und das auf Taf. VII Fig. 1 abgebildete mass 4,15 mm bei einer grössten Breite von 0,45 mm (mit ausgebreiteten Seitentheilen). Mit Ausnahme der sanften Verschmälerung des abgestumpften Vorderendes und der kurz ausgezogenen Hinterleibsspitze bleibt das Thier in ganzer Länge fast gleichbreit und die Seitenränder parallel. In ersterem sind, vom Otolithen an gerechnet, die Zoochlorellen weniger dicht als im übrigen Körper, ohne dass jedoch eine Gehirnregion deutlich ausgespart bliebe. Dagegen sieht man sehr deutlich an lebenden und auch an konservirten[2]) Thieren kurz hinter dem Otolithen vier helle Längsstreifen beginnen, die von Zoochlorellen frei bleibend, sich bis in die Gegend der männlichen Geschlechtsöffnung verfolgen lassen — die vier dorsalen Längsnervenstämme[3]). Die Zoochlorellen haben zumeist einen Durchmesser von 0,009—0,0114 mm, doch finden sich auch kleinere von 0,0045 mm angefangen dazwischen.

Unter der grossen Menge normal grün gefärbter Individuen sah ich bisweilen auch solche, deren Körper zum Theile oder auch ganz weisslich erschien. Doch handelte es sich hier nicht wie bei den weissen Vortex viridis[4]) um ein Fehlen der Zoo-

1) Es ist diese Zahl nicht etwa übertrieben. Wenn ich die in Spiritus konservirten Convoluten in einem graduirten Cylinder zu Boden sinken lasse, so sammeln sich in dem Raume eines Kubikcentimeters nicht weniger als 28,000 Individuen!

2) Besonders an solchen in Pikrinschwefelsäure.

3) Nachdem ich einmal bei Convoluta Roscoffensis die hellen Nervenstreifen gesehen hatte, fielen mir dieselben auch bei den grösseren Exemplaren der Convoluta Schultzii auf, welche ich auf Meleda vorfand. Indessen springen sie hier nicht so in's Auge und man muss vorher wissen, um was es sich handelt, um sie zu erkennen.

4) Monographie pag. 354 und „Zur Kenntniss der physiologischen Funktion des Chlorophylls im Thierreich". Zool. Anz. 1884, pag. 525.

chlorellen, sondern um eine eigenthümliche Veränderung derselben: ihr Kontour war verschwommen und unregelmässig und an Stelle des lebhaft grünen Farbstoffes war ein hellgelber getreten — sie schienen im Zerfalle begriffen. Die gleiche Erscheinung konnte ich an einer Convoluta Schultzii von Meleda konstatiren.

Zwischen den Cilien sind längere feine Geisselhaare der Haut eingepflanzt. Die gelben Tüpfel der Haut bestehen aus Pigmentstäbchen, die zu birn- oder kommaförmigen Häufchen vereinigt, oft theilweise über die Oberfläche hervorragen. Sie sind nicht so gross wie bei Convoluta Schultzii, aber wie bei dieser Species meist im Vorderende dichter gestellt als im übrigen Körper. Nicht selten konstatirt man neben den grösseren Paketen von Pigmentstäbchen eine gleichmässige Vertheilung einzelner solcher über den ganzen Körper in der Weise, dass sich dieselben zwischen den Längsfasern des Hautmuskelschlauches aufreihen. Geddes[1]) hat den gelben Farbstoff mit Alkohol extrahirt.

Derselbe Beobachter fand auch die am lebenden Thiere nicht leicht wahrzunehmende und von Barthélemy[2]) ganz geleugnete Mundöffnung. Sie liegt als eine nur wenig queroval ausgezogene und von feinen Radiärfasern umgebene Oeffnung (Fig. 1 und 6, m) etwa am Ende des ersten Achtels des Körpers (beim nicht-kontrahirten Thiere).

Die Otolithenblase (ot) ist der Mundöffnung mehr genähert als dem Vorderende; sie ist etwas kleiner als bei Convoluta Schultzii, 0,02—0,024 mm breit und enthält, wie schon Geddes angegeben, einen plan-konvexen und auf der planen Seite schwach gebuckelten Otolithen. Die beiden jederseits des Otolithen als quer ausgezogene gelbbraune Pigmentflecken erscheinenden Augen — auch diese wurden von Barthélemy übersehen — hat Delage beschrieben (l. c. p. 131). Er fand sie im längeren Durchmesser 0,012—0,015 mm breit und konstatirte, dass sie im Parenchym des Körpers und zwar näher der Bauchseite eingebettet sind. Das Frontalorgan (so) ist hier bedeutend schwächer entwickelt als bei Convoluta Schultzii, indem es am lebenden Thiere nicht einmal ein Drittheil des Raumes zwischen Vorderende und Otolithen einnimmt und auch entsprechend schmäler ist als dort.

Die Sagittocysten finde ich bei dieser Species nicht bloss durchschnittlich kleiner (0,023 bis 0,045 mm lang), sondern auch anders geformt als bei Convoluta Schultzii. Statt nämlich nach beiden Enden gleichmässig zugespitzt zu sein, haben sie vielmehr (Taf. VIII Fig. 2, b, c) eine fast keulenförmige Gestalt, indem sie sich ganz allmählich gegen das eine Ende hin verbreitern, um dann rasch zu einer Spitze abzufallen, die zudem feiner ist als der andere abgestumpfte Pol. Die erstere entlässt die

1) Observations on the Physiology and Histology of Convoluta Schultzii. Proceed. R. Soc. London No. 194, 1879. pag. 452.

2) l. c. pag. 197. „Il n'existe ni bouche ni oesophage."

centrale Nadel. Näheres über Entwickelung und Funktion der Sagittocysten s. oben Seite 10.

Nächst der Leibesgestalt und der relativen Lage der Mundöffnung ist es die Anordnung des Geschlechtsapparates, welche den specifischen Unterschied der beiden grünen Convoluten begründet. So vor Allem schon die Lage der Geschlechtsöffnungen. Während beide bei Convoluta Schultzii dem letzten Viertel des Körpers angehören, sind sie hier weit von einander entfernt: die weibliche (Taf. VII Fig. 1 u. 6, ♀) etwas hinter der Körpermitte (genauer im 7. Zwölftel), die männliche (♂) ganz im Hinterende (im letzten Zwölftel). Die beiden Ovarien enden schon ein gutes Stück hinter der Mundöffnung (bei ov_I) und vereinigen sich hinten vor der von starken Wimperhaaren umrahmten Geschlechtsöffnung. Die Bursa seminalis (bs) ist im prall gefüllten Zustande ein nach hinten verlängerter Sack, mehrmals so lang als ihr Mundstück (ch). Dieses ist wesentlich anders beschaffen als bei Convoluta Schultzii: höchstens 0,05 mm lang, nicht halb so dick (an der Basis 0,0046 mm) wie dort und — wie schon aus der hellen Farbe und dem geringen Lichtbrechungsvermögen zu schliessen — von viel geringerer Festigkeit (Taf. VII Fig. 18). Letzterem Umstande ist es wohl auch zuzuschreiben, dass man das, hier nicht hornartig-gebogene, sondern gerade Bursamundstück so oft verkrümmt findet.

Der Penis (Taf. VII Fig. 1, pe) liegt bei Convoluta Roscoffensis vor der querspaltigen männlichen Geschlechtsöffnung. Er hat die Form einer mit kurzem Stiel versehenen Glocke — Glocke und Stiel von rundlichen Drüsenzellen ausgekleidet. Die reifen Spermatozoen (Fig. 10) bestehen aus einem dickeren Schafte von ca. 0,2 mm Länge, dessen Vorderende eine sich rasch verjüngende äusserst feine Geissel von 0,06 mm trägt. Nur die vorderste Partie des drehrunden Schaftes ist jederseits mit einem schmalen schwingenden Saume versehen (stärker vergr. Fig. 9) und hat mit diesem eine Breite von 0,0023 mm. Ein Centralfaden oder dergleichen ist, wie man an gequollenen Spermatozoen sieht, im Schafte nicht vorhanden, dagegen enthält seine homogene Grundsubstanz starklichtbrechende Körnchen eingebettet. Dieselben scheinen oft reihenweise angeordnet und setzen sich, dichter zusammengedrängt, auch in die verdickte Basis der Geissel fort.

Näheres über den Bau dieser Species ist im anatomischen Abschnitte mitgetheilt worden und zwar über Integument und Drüsen S. 4 u. 7, Parenchym S. 19, Nervensystem S. 29, Otolithenblase S. 39, Frontalorgan S. 48.

Diese Convoluta ist bisher ganz ausschliesslich bei Roscoff gefunden worden und ihre Lebensweise erklärt es, warum man sie auch dort immer nur in den gewissen Ebbetümpeln und nie zwischen Meerespflanzen oder verschlagen pelagisch antrifft. Die Larven haben wahrscheinlich schon die gleichen Gewohnheiten, da sonst wenigstens diese von der Fluth in's Meer hinausgeführt werden müssten. In einer Sendung, welche ich Anfangs Mai 1889 von Roscoff erhielt, waren zwischen den ausgewachsenen Convoluten massenhafte Larven derselben vertheilt als kleine ovale, an beiden Enden

gleichmässig abgerundete, infusorienähnliche weisse Pünktchen von 0,34 mm Länge und 0,14 mm Breite. Der Körper zeigte noch keine Abplattung, sondern war drehrund, Otolith und Frontalorgan waren wohl ausgebildet und das Vorderende von einer enormen Beweglichkeit. Von Zoochlorellen waren 3, 4, bis höchstens ein Dutzend in jeder Larve enthalten, daher die Farblosigkeit und das um so auffallendere Hervortreten der Tüpfel von gelbem Stäbchenpigment.

Das Leben in sterilem Sande ist allerdings der Annahme nicht günstig, dass Convoluta Roscoffensis sich von animaler Kost ernährt. Auch habe ich im Parenchym der vielen theils lebend untersuchten theils in Schnittserien zerlegten Individuen, niemals andere Fremdkörper gefunden, als Bursa-mundstücke der eigenen Art, was vielleicht zu der Annahme berechtigt, dass die Convoluta Roscoffensis hin und wieder einen Artgenossen verzehrt[1]). Doch waren auch diese Befunde verhältnissmässig so selten, dass ich nicht anstehe mich der Auffassung anzuschliessen, zu welcher Prof. Haberlandt in Bezug auf die Bedeutung der sog. Zoochlorellen für die Ernährung der Convoluta Roscoffensis gelangt ist (s. Anhang). Indem ich aber mein bisheriges ablehnendes Verhalten gegen die Brandt'sche Hypothese in Bezug auf diese eine Form aufgebe, muss ich doch betonen, dass ich in der Uebertragung der Haberlandt'schen Resultate auf alle jene Fälle, in welchen „Zoochlorellen" oder „Zooxanthellen" bei Thieren beobachtet worden sind, eine vorschnelle Generalisirung sehen würde. Wie Haberlandt es richtig andeutet, darf man erwarten, dass bei genauerer Untersuchung jedes einzelnen Falles sich alle Grade von Symbiose — vom reinen Raumparasitismus angefangen bis zu dem bei Convoluta Roscoffensis verwirklichten Extrem — in der Reihe der Chlorophyllkörper führenden Thiere werden konstatiren lassen.

Amphichoerus[2]) nov. gen. **cinereus** (Graff).

Taf. I Fig. 1–13, Taf. II Fig. 1–8, Taf. III Fig. 1–4.

(Convoluta cinerea Graff, Monographie pag. 228.)

Wie der Familienname Aphanostomida eine der Hauptschwierigkeiten in der Untersuchung der Acoelen bezeichnet, dafür ist die vorliegende Species ein sprechender Beweis. Als ich sie zum ersten Male beschrieb[3]) und auch später noch (Monographie p. 228) verlegte ich die Mundöffnung ganz richtig auf die Bauchseite. Erneute Untersuchung liess mich dann das Frontalorgan entdecken, dasselbe aber fälschlich für

[1]) Möglicherweise handelt es sich aber um abgestossene Mundstücke, die in das Parenchym gelangen — man vergleiche weiter unten (S. 73) die Beschreibung von Amphichoerus cinereus!

[2]) ὁ χοῖρος = weiblicher Schamtheil.

[3]) Zur Kenntniss der Turbellarien, Z. f. wiss. Zool XXIV Bd. Leipzig 1874, pag. 29.

den Mund halten, weshalb ich diese Species zur Gattung Cyrtomorpha stellte[1]). Heute kann ich auf Grund von gelungenen Medianschnitten diese letztere Ansicht für einen Irrthum erklären. Wenn aber auch die Mundstellung keinen Grund mehr abgiebt für eine Abtrennung von der Gattung Convoluta, so scheint mir doch die eigenthümliche Duplicitaet des weiblichen Hilfsapparates wichtig genug, um darauf ein neues genus zu begründen.

Diese Form war die häufigste Acoele bei Lesina im März 1885. Ich fand sie unter dem Convento und bei der Isola Clemente auf und zwischen Cystoseiren. In einem Glasgefässe kriecht sie entweder lebhaft am Boden umher oder schwimmt langsam an der Oberfläche des Wassers mit nach aufwärts gekehrter Bauchseite, gleich vielen Dendrocoeliden. Die Leibesform ist sehr charakteristisch: nie zur Bauchseite eingebogen wie die Convoluten, sondern flach ausgebreitet erscheint sie für gewöhnlich vierseitig wie in Taf. I Fig. 1, das Vorderende in der Mitte etwas eingebuchtet mit abgerundeten Ecken, die Seiten fast parallel laufend und an den beiden hinteren Ecken etwas prominirend, das Hinterende ein wenig ausgebuchtet. Fig. 2a und 3 stellen andere, durch Kontraktionen am Vorder- oder Hinterende entstehende Formzustände dar. In Fig. 2c ist das Thier im Profil dargestellt, während es senkrecht im Wasser schwebt und Fig. 2b stellt den idealen Querschnitt dieses Stadiums dar, aus welchem die Dicke des Leibes, seine Vorwölbung zur Ventralseite und die Verschmälerung gegen die Seitenkanten hin ersichtlich ist. Das Vorderende mit der scharfumrandeten Mündung des Frontalorganes (so) ist sehr beweglich, wird oft wie bei Convoluta saliens (Monographie p. 224, Taf. I Fig. 19 und 21) rüsselartig vorgestreckt und bald senkrecht emporgehoben, bald weit auf die Dorsalseite zurückgebogen. Dann sieht man, dass auch hier wie bei der eben genannten Form die Cilien in gegen das Stirnorgan konvergirenden Längsreihen angeordnet sind (Fig. 4). Zwischen den Cilien sind zahlreiche längere Geisseln zerstreut. Allenthalben ragen über die Hautoberfläche 0,018—0,03 mm lange, spindel- oder birnförmige Stäbchenpakete vor, die ein Bündel von 0,014 mm langen, an einem Ende abgestumpften am anderen fein zugespitzten Stäbchen umschliessen.

In Lesina fand ich niemals so grosse Exemplare wie seiner Zeit in Messina, wo ich als Längenmass 3—5 mm angegeben hatte — die grössten variirten zwischen 1,7 bis 2 mm. Auch war die Farbe meist ein helles blau-grau, blassgrün oder grau-grün und nicht eigentlich grau. Dieser Farbenton rührt von einem feinkörnigen Pigmente her, das zwischen den Längsfasern des Hautmuskelschlauches eingebettet scheint, da es bei starker Vergrösserung eine entschieden längsstreifige Anordnung aufweist. Daneben finden sich noch eine zweite Färbung, hervorgerufen durch verästelte Zellen, die bloss auf die Mittellinie des Rückens und den Körperrand beschränkt sind, aber in sehr wechselnder Zahl auftreten, so dass der durch ihre Anhäufung gebildete dorsale Mittel-

[1]) Turbellarien von Lesina, Zool. Anz. 1886, pag. 339.

streifen bald vorn und hinten verbreitert in die gleichgeartete Randzone übergeht, bald aber erst hinter dem Otolithen, manchmal auch erst hinter der Mundöffnung beginnt. Diese Zellen sind dicht von Körnchen erfüllt, die sich optisch ähnlich verhalten wie die Krystalloide von Convoluta Schultzii (s. dort) und anderen Acoelen. In durchfallendem Lichte (Fig. 3) sind sie schmutzigbraun, opak, mit schwachem blauem und rothem metallischem Schimmer, während sie bei auffallendem Lichte (Fig. 1) glänzend weiss erscheinen.

Mund, Otolith und Augenflecken gehören dem ersten, Geschlechtsöffnungen und Kopulationsorgane dem letzten Viertel des Leibes an.

Die Mundöffnung (Fig. 3, m) stellt eine breit ausgezogene Querspalte an der Grenze des ersten Viertels der Körperlänge dar. Die Otolithenblase (ot) ist von ihr weit abgerückt und dem Vorderende so sehr genähert, wie dies nur noch bei Convoluta Langerhansii vorkommt (Monographie Taf. II Fig. 24), wie denn die vorliegende Species auch in der Körperform mit dieser und mit der Convoluta Semperi die grösste Aehnlichkeit besitzt. Der Otolith selbst (Fig. 7—9) ist schüsselförmig, auf der konvexen Seite gebuckelt und in der Mitte derselben mit einem stärker vorspringenden Höckerchen versehen. Ueber die Art der Suspension des Otolithen s. oben S. 40. Das fast kugelige Frontalorgan (so) nimmt den ganzen Raum zwischen Vorderende und Otolithenblase ein und hat eine so scharf umrandete Mündung (vergl. auch Fig. 5 u. 11 und Taf. III Fig. 1), dass es begreiflich wird, wie ich dieselbe für die Mundöffnung halten konnte. Die beiden grossen, schmutzigroth-braunen Augenflecken (au) liegen jederseits etwas vor dem Otolithen und sind mit ihrer Längsachse von aussen und hinten zur vorderen Leibesspitze orientirt.

Die weibliche Geschlechtsöffnung (♀) bezeichnet genau den Beginn des letzten Viertels der Körperlänge. Sie ist stets sehr deutlich zu sehen vermöge ihrer scharfen Umrandung und der sehr langen und kräftigen Cilien, welche sie umsäumen und von aussen nach innen schlagen (vergl. auch Taf. II Fig 1—3 und Taf. III Fig. 3). Quer hinter ihr liegt die Bursa seminalis (bs). Letztere ist in der Mitte in der Regel etwas eingeschnürt und aussen jederseits in eine stumpfe, nach vorne gebogene Warze ausgezogen, die je ein entsprechend hornförmig gebogenes chitinöses Mundstück (ch) umschliesst. Die Länge dieser Chitinröhren beträgt ca. 0,06 mm bei wechselnder Krümmungsstärke und in voller Funktion ist auch hier ein die Basis umrahmender Kranz kleiner Drüsen zu bemerken.

Am lebenden Thiere sieht man nun bald (Taf. II Fig. 1) die ganze Bursa prall mit Sperma gefüllt, bald (Fig. 2) nur jedem Mundstücke einen rundlichen Spermaballen anhängend und den Raum zwischen beiden von körnigem Sekret (s) eingenommen, oder aber die Bursa ganz leer (Fig. 3) und nur den Mundstücken unregelmässige Bläschen mit körnigem Detritus angefügt. Ich halte dafür, dass die Zustände Fig. 2 und 3 Zeichen fortschreitender Erschöpfung des bei der Kopula aufgenommenen Spermavorrathes darstellen, in deren Endstadium nur noch das Sekret des Bursaepithels

(Taf. III Fig. 2 und 3, s) jene vakuolären Bildungen erzeugt, wie sie Fig. 3 auf Taf. II aufweist. Einen weiteren Schritt der Bursarückbildung nach dem Ablaufe der weiblichen Geschlechtsreife würde Taf. II Fig. 4 darstellen, wo auch die Mundstücke (ch) einer Desorganisation anheimfallen. In letzterer Figur habe ich einen der seltenen Fälle dargestellt, wo innerhalb der Bursa zwei weitere im Zerfalle begriffene Mundstücke (ch_1) von einer Vakuola umschlossen werden. Lägen dieselben im Körperparenchym, wie dies bei Convoluta Roscoffensis öfters zu beobachten ist, so würde man sie als Reste eines Frassobjektes ansehen können; im vorliegenden Falle bleibt aber nur die Annahme einer pathologischen Bildung oder eines normalerweise stattfindenden Wechsels der Mundstücke übrig, die in das Innere der Bursa fallen würden, nachdem sie abgestossen worden sind.

Ueber den Zusammenhang der Mundstücke mit der weiblichen Geschlechtsöffnung gewähren Quetschpräparate keinen Aufschluss. Zwar muss ein solcher Zusammenhang angenommen werden, wenn den Chitinhörnern eine Funktion zuge-

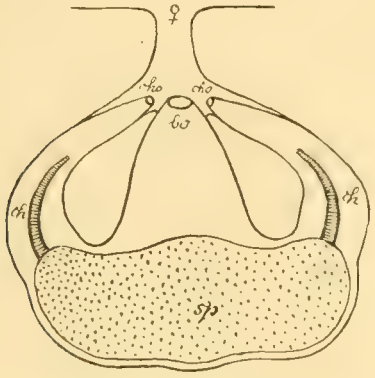


Fig. 2.

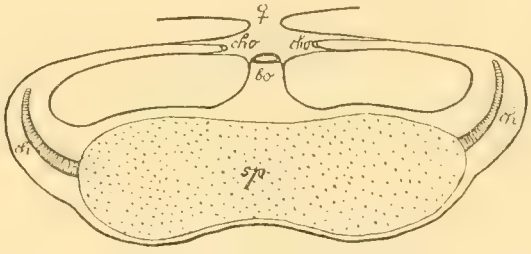


Fig. 3.

Schemata des weiblichen Begattungsapparates von Amphichoerus cinereus, Fig. 2 in der Ruhelage, Fig. 3 behufs Befruchtung aufgerichtet.

♀ weibliche Geschlechtsofinung, ch Mundstücke der Bursa seminalis, cho Oeffnungen der Mundstückkanäle, bo Begattungsöffnung der Bursa, sp Spermamasse.

schrieben werden soll[1]), aber ein Entscheid ist in diesem Falle um so schwieriger, als Quetschpräparate die falsche Vorstellung erwecken, dass die weibliche Geschlechtsöffnung direkt in die Bursa einmünde — was nicht der Fall ist. Ein günstiger Schnitt (Taf. III Fig. 3) zeigt nämlich, dass die weibliche Geschlechtsöffnung zunächst in einen Vorraum (a) führt, in dessen Grunde erst die Bursamündung (bo) sich befindet. Rechts und links von dieser zieht nur je ein äusserst feiner Kanal herauf, der auf einer kleinen Hervorragung separat in den Vorraum mündet (cho). Es kann kaum daran gezweifelt werden, dass diese beiden Kanäle die direkten Fortsetzungen der beiden seitlichen Höcker der Bursa vorstellen, in welchen die Mundstücke eingeschlossen sind und diese letzteren würden daher durch die beiden Löcher cho in das Antrum a vor-

1) Wie ich schon s. Z. (Turbellarien von Lesina) angedeutet habe.

treten können. Die Löcher cho sind zur Ausstossung des Sperma's behufs Befruchtung der abzulegenden Eier bestimmt, während die Oeffnung bo das Sperma bei der Begattung aufnimmt.

Die sehr erweiterungsfähige männliche Geschlechtsöffnung ist genau am Hinterende des Körpers angebracht und führt zunächst (Taf. II Fig. 1) in eine den konischen Penis (pe) umhüllende Penistasche (ps). Ersterer ist mit feinen Höckerchen bedeckt und kann leicht zur Geschlechtsöffnung vorgestreckt werden. Sein blindes Ende enthält die kugelige Samenblase (vs), die wohl auch (Taf. III Fig. 2) durch eine Einschnürung vom Penis abgesetzt erscheint. In letzterwähnter Figur erkennt man auch die zahlreichen accessorischen Drüsen (ad), die an eben dieser Einschnürung einmünden. Die reifen Spermatozoen (Taf. I Fig. 10) sind äusserst feine (ca. 0,0012 mm breite), an beiden Enden gleichmässig zugespitzte Fäden von der enormen Länge von 0,4 mm. Sie bewegen sich mit feinen wellenförmigen Schlängelungen (a). Bei gewisser Einstellung scheint es, als ob ein Centralfaden differenzirt wäre (b), während die Oberfläche wie fein bestäubt (c) aussieht.

Im anatomischen Theile ist Näheres über Integument (S. 4 ff.), Parenchym (S. 15), Nervensystem (S. 31) und Frontalorgan (S. 41 ff.) mitgetheilt worden.

Amphichoerus cinereus ist, wie die meisten Acoelen, ein gefrässiger Räuber: Kiefer und Borsten von Anneliden, sowie Theile von verschiedenen Rhabdocoeliden finden sich häufig in seinem Parenchym, einer hatte einen Macrorhynchus Nägelii und ein Plagiostoma maculatum im Leibe.

IV. UEBER DEN BAU UND DIE BEDEUTUNG DER CHLOROPHYLLZELLEN VON CONVOLUTA ROSCOFFENSIS

von **G. Haberlandt.**

(Mit den Holzschnittfiguren 1—12 auf Seite 77.)

Von meinem verehrten Freunde und Kollegen L. von Graff aufgefordert, die grünen „Algen" einer der interessantesten acoelen Turbellarien, der Convoluta Roscoffensis Graff (C. Schultzii, Geddes und Delage) näher zu untersuchen, ergriff ich um so lieber die Gelegenheit, diesen merkwürdigen Fall von weitgehender Symbiose aus eigener Anschauung kennen zu lernen, als von botanischer Seite die Erscheinung des Zusammenlebens von Algen und Thieren bisher verhältnissmässig noch wenig genau studirt worden ist. Verschiedene Fragen, welche sich an derartige Untersuchungen knüpfen, können eben naturgemäss leichter von einem Botaniker als von einem Zoologen beantwortet werden.

Das Untersuchungsmaterial, welches ich der freundlichen Vermittelung des Herrn Prof. v. Graff verdankte, wurde von der zoolog. Station zu Roscoff in der Bretagne bezogen.

I.

Ueber den feineren Bau dieser im Parenchym der Convoluta Roscoffensis lebenden grünen Zellen liegen bisher bloss einige spärliche und grossentheils unrichtige Angaben von Geddes[1]) war. Derselbe behauptet zunächst, dass das Chlorophyll

1) Observations on the Physiology and Histology of Convoluta Schultzii, Proced. of the Royal Society, Nr. 194, London 1879.

weder in Körnern noch in „Tropfen“ (wie bei Vortex viridis) auftrete, sondern dass dasselbe im gesammten Plasmakörper der Zelle vertheilt sei. Die farblose Plasmapartie hat er sonach übersehen. Dann spricht er den Zellen 1—2 Kerne zu, ohne jedoch anzugeben, wie er dieselben sichtbar gemacht hat. Zweifellos hielt er die Pyrenoide, von denen thatsächlich zuweilen auch 2 in einer Zelle auftreten, für die Kerne. Dann spricht er ferner von einem unregelmässigen Körnchenhaufen, den er wieder irrthümlicherweise für Stärke hält. Dass die Zellen Stärkekörnchen enthalten, konnte er bloss in ein bis zwei glücklichen Fällen mittelst der Jodreaktion nachweisen. —

Ich gehe nunmehr zu meinen eigenen Beobachtungen über.

Wenn man eine lebende, zwischen Objektträger und Deckglas festgeklemmte und platt gedrückte Convoluta bei hinreichender Vergrösserung untersucht, so sieht man zunächst, dass die grünen Zellen unter dem Einfluss der lebhaften Muskelkontraktionen des Thieres, das sich aus seiner unangenehmen Lage zu befreien sucht, alle möglichen, stets wechselnden Gestalten annehmen. Bald sind sie rundlich, bald langgestreckt wurstförmig, dann wieder mit spitzen Lappen und Ecken versehen, die manchmal selbst zu langen Fäden ausgezogen werden (Fig. 1, 2, 3, 4). Lässt der Druck nach, so suchen sich die Zellen wieder abzurunden, und die Fortsätze einzuziehen. Sie besitzen dann einen Durchmesser von 8—13 μ. Sehr häufig sieht man auch, dass in Folge der heftigen Kontraktionen des Wurmes einzelne Fortsätze und Läppchen abgerissen werden, die dann in Form kleiner grüner Plasmasplitter von rundlicher oder eckiger, auch faden- und spindelförmiger Gestalt nicht selten in sehr beträchtlicher Menge zwischen den grünen Zellen zerstreut sind (Fig. 12). Aus all dem geht auf das deutlichste hervor, dass die grünen Zellen membranlos sind, dass sie weder eine Cellulosehaut noch sonst eine besondere Zellhülle aufweisen. Man kann sich davon auch sehr leicht durch Untersuchung der bei grösserem Druck aus dem Wurm herausgepressten grünen Zellen überzeugen, welche sich zunächst kugelig abzurunden suchen und deren Kontouren, sobald die Zellen absterben, das vollständige Fehlen einer Zellhaut deutlichst erkennen lassen.

Sind nun auch die in Rede stehenden Zellen nackte Protoplasten, so ist damit selbstverständlich noch nicht gesagt, dass dieselben auch einer Plasmahaut (Hautschicht des Plasmakörpers) entbehren. Die im Parenchym der Convoluta eingebetteten grünen Zellen besitzen im intakten Zustande eine scharfe Abgrenzung und wo ihrer zwei oder mehrere dicht aneinanderstossen, da bleiben sie von einander auch dann durch eine farblose Plasmalamelle getrennt, wenn sie, wie aus ihren Formveränderungen zu erschliessen ist, mit einem gewissen Druck gegeneinander gepresst werden. Allerdings folgt daraus noch nicht das Vorhandensein einer Plasmahaut im Sinne der von Pfeffer, de Vries u. A. über dieses wichtige Organ des Protoplasten angestellten Untersuchungen. Andererseits wieder darf aus dem Umstande, dass die im Proto-

plasma des Wurmes befindlichen grünen Zellen eine membranartige Abgrenzung nicht erkennen lassen, nicht auf den Mangel einer Plasmahaut geschlossen werden. In dieser Hinsicht giebt auch das Verhalten der aus dem Wurm herausgedrückten und von verdünntem Meer- oder Brunnenwasser umspülten Zellen keinen Aufschluss, die in solchem Medium aufquellend zerfliessen, ohne eine Vakuolisirung zu erfahren. Hinsichtlich dieser Frage gleichen also die vom Plasma des Thieres umgebenen nackten Protoplasten den im farblosen Plasma einer Pflanzenzelle eingebetteten Chromatophoren, von denen man gleichfalls nicht mit Bestimmtheit sagen kann, ob sie eine Plasmahaut im obigen Sinne aufweisen oder nicht[1]).

Schon die genaue Betrachtung der grünen Zellen im lebenden, plattgedrückten Wurme lässt deutlich erkennen, dass nicht das gesammte Plasma derselben grün gefärbt ist, wie Geddes will, sondern dass in der Regel ein einziger grosser, muldenförmiger Chloroplast auftritt, dessen unregelmässige, oft lappige Kontouren in günstigen Fällen recht gut zu verfolgen sind. Die oft sehr tief reichenden Einkerbungen

desselben erwecken leicht den Anschein, als wären mehrere unregelmässig plattenförmige Chloroplasten vorhanden (Fig. 2). Bei der grossen Zartheit der Kontouren ist es nicht leicht, darüber bestimmt zu entscheiden; doch glaube ich mich nicht zu täuschen, wenn ich annehme, dass nicht selten thatsächlich mehrere peripher gelagerte, plattenförmige Chloroplasten in einer Zelle vorhanden sind.

Der muldenförmige Chloroplast enthält in der Regel ein einziges central gelagertes Pyrenoid von annähernd kugeliger Gestalt (Fig. 1, 2, 9, 10, 11). Ausnahmsweise kommen aber auch zwei, ja selbst drei Pyrenoide vor (Fig. 3, 4, 6). In den lebenden Zellen sind dieselben meist deutlich sichtbar und anscheinend farblos, was selbstverständlich nur dann erkennbar wird, wenn die sie bedeckende Schicht des Chloroplasten

[1]) Vgl. A. Zimmermann, Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle, Schenk's Handbuch der Botanik, III. Bd. 2. H. pag. 554.

hinreichend dünn ist. Von Hämatoxylin und Karmin (namentlich Borax-Karmin) werden die Pyrenoide mässig stark gefärbt; ihr Tinktionsvermögen steht hinter dem der Zellkerne jedenfalls bedeutend zurück.

In einigen Präparaten waren die mit einer dünnen Stärkehülle versehenen Pyrenoide (nach Fixirung mit Jod in Meerwasser und Tinktion mit Borax-Karmin) von deutlich eckiger Gestalt. Das in Fig. 8 dargestellte grosse Pyrenoid stellte sich als sechseckige Tafel dar; gewöhnlich waren sie aber weniger regelmässig ausgebildet. Nach dieser Beobachtung würden die Pyrenoide Krystallnatur besitzen, wie dies von Schimper[1]) für die Pyrenoide von Bryopsis plumosa, Cladophora und einiger anderer Algen bereits nachgewiesen ist. Ich will nicht unerwähnt lassen, dass ich in den Chloroplasten einer dem Süsswasseraquarium des botanischen Instituts entstammenden „Palmella"-Form, welche in Bezug auf die Organisation ihres Plasmaleibes mit den grünen Zellen der Convoluta eine weitgehende Aehnlichkeit aufwies, gleichfalls sechseckig tafelförmige Pyrenoide beobachten konnte.

Die Stärkehülle der Pyrenoide, welche mit Jodlösungen eine violett-braune Färbung annimmt, lässt, soweit ich gesehen habe, in allen Fällen ihre Zusammensetzung aus einzelnen Stärkekörnchen deutlich wahrnehmen. Diese besitzen zumeist die Gestalt von kleinen gekrümmten Stäbchen, was man an Präparaten, die mit Eau de Javelle behandelt wurden (Fig. 5), besonders schön zu sehen bekommt. Zuweilen treten auch im ganzen Chloroplasten unregelmässig zerstreute, kleine Stärkekörnchen auf, die sich mit Jodlösungen gleichfalls violettbraun färben (Fig. 6, 7). Unter welchen Verhältnissen diese Stärkekörnchen besonders zahlreich werden, wird weiter unten näher zu besprechen sein.

Die Chloroplasten der grünen Zellen unserer Convoluta sind in hohem Grade empfindlich; bei der geringsten Schädigung verlieren sie ihre deutlichen Kontouren. Geht ihre Desorganisation noch weiter, so nehmen sie gewöhnlich eine derb fibrilläre Struktur an.

Gegenüber dem Volumen des muldenförmigen Chloroplasten tritt die Masse des farblosen Plasmas der Zelle gewöhnlich mehr oder minder zurück. Der in diesem befindliche Zellkern ist im ungefärbten Zustande gänzlich unsichtbar. Fixirt man die Zellen mit Jod-Meerwasser und färbt sie sodann mit einer Karminlösung (am besten mit Borax-Karmin), so heben sich nur die intensiv tingirten, relativ kleinen, rundlichen Kerne sehr schön von den noch grünen Chloroplasten ab (Fig. 8—11). Jede Zelle enthält ausnahmslos nur einen einzigen Kern. Die Lage desselben ist eine wechselnde. Besonders häufig sieht man ihn allerdings ganz peripher gelagert, doch meistens so, dass er dem Chloroplasten noch unmittelbar anliegt. Noch ausgesprochener und

[1]) Untersuchungen über die Chlorophyllkörper etc., Pringsheim's Jahrb. für wissensch. Bot. 16. Bd. pag. 74 ff.

konstanter war die periphere Lagerung des Zellkernes bei der oben erwähnten Palmella zu beobachten, eine Uebereinstimmung, welche immerhin der Erwähnung werth ist.

Im farblosen Theile der Zelle tritt häufig ein rundlicher, starklichtbrechender Körper auf, welcher wie ein Aggregat von kleinen Körnchen aussieht (Fig. 3). Nicht selten ist er von unregelmässig knorriger Form; zuweilen tritt noch ein zweiter von geringerer Grösse daneben auf und hin und wieder beobachtet man an seiner statt zahlreiche isolirte grössere und kleinere Körnchen. In den aus dem Wurme herausgedrückten grünen Zellen lösen sich diese Körper ziemlich bald auf. In absolutem Alkohol sind sie unlöslich; setzt man dann destillirtes Wasser zu, so werden sie ziemlich rasch gelöst. Aus was diese Körper bestehen, vermag ich nicht anzugeben; ebensowenig kenne ich die äusseren Bedingungen ihres Auftretens und Verschwindens in der lebenden Zelle. Geddes scheint diese Körper bereits gesehen und irrthümlicherweise für Häufchen von Stärkekörnern gehalten zu haben.

II.

Die Aehnlichkeit in der Organisation der grünen Zellen von Convoluta Roscoffensis mit dem Baue des Plasmakörpers gewisser einzelliger Algen aus den Familien der Volvocaceen, Tetrasporaceen und Pleurococcaceen ist eine so grosse, dass die Annahme, man hätte es in denselben thatsächlich mit Algen zu thun, kaum von der Hand zu weisen ist. Namentlich ist es die Organisation der Chloroplasten mit ihren Pyrenoiden, welche in hohem Grade zu Gunsten dieser Annahme spricht. Dabei darf allerdings nicht vergessen werden, dass, wenn von der „Algennatur" der grünen Zellen gesprochen wird, dies in verschiedenem Sinne gemeint sein kann. Die weitergehende Annahme wird die sein, dass die grünen Zellen, so wie sie gegenwärtig im Wurme ausgebildet sind, als Algen im strengsten Sinne des Wortes aufgefasst werden müssen; diese Annahme würde den Entz-Brandt'schen Anschauungen entsprechen. Es liesse sich aber auch eine andere Auffassung rechtfertigen, nämlich die, dass die grünen Zellen allerdings phylogenetisch genommen als Algen anzusprechen sind, beziehungsweise von Algen abstammen, dass sie aber gegenwärtig nach weitgehender Anpassung an das Leben in und mit dem Wurme ihren Charakter als selbständige Algenorganismen aufgegeben haben und so zu einem integrirenden histologischen Bestandtheil des Wurmes geworden sind, dass sie nunmehr sein Assimilationsgewebe vorstellen. So befremdlich diese letztere Auffassung im ersten Augenblicke auch scheinen mag, so lassen sich doch, wie wir im Laufe der nachfolgenden Auseinandersetzungen hören werden, verschiedene Umstände namhaft machen, welche die eben genannte Annahme zum objektiven Ausdrucke des gegebenen Sachverhaltes stempeln.

Zwei Fragen sind es zunächst, die mit Rücksicht auf die soeben erwähnte Alternative beantwortet werden müssen: 1. Wie gelangen die grünen Zellen in den

Wurm hinein; und 2. was wird aus ihnen, wenn der Wurm stirbt? Können sie isolirt weiterleben?

Was die erste Frage betrifft, so bin ich leider nicht in der Lage, zu ihrer endgiltigen Beantwortung einen Beitrag liefern zu können. Ich hatte keine Gelegenheit, die Eier des Wurmes zu untersuchen und auch von zoologischer Seite liegen keine bestimmten Angaben darüber vor, ob die Eier bereits eine oder mehrere grüne Zellen enthalten oder nicht. Allein selbst wenn die Eier vollständig farblos, resp. nicht grün sein sollten, so dürfte daraus noch nicht die Folgerung abgeleitet werden, dass die grünen Zellen erst später von aussen in den jungen Wurmkörper eindringen. So wie die farblosen Anlagen der späteren Chlorophyllkörper bei verschiedenen Pflanzen als deutlich differenzirte „Leukoplasten" bereits in der Eizelle auftreten[1]), so könnten die Eier von Convoluta schon ein oder mehrere farblose Zellen enthalten, deren Chromatophoren erst später, während der embryonalen Entwickelung des Thieres ergrünen würden. Der Nachweis solcher farblosen Zellen wäre wegen ihrer Kleinheit und Membranlosigkeit jedenfalls kein leichter. Er könnte überhaupt nur durch Sichtbarmachung der Zellkerne geführt werden. — Einen bestimmteren Aufschluss dürfte man dagegen vom Experimente erwarten. Wenn es gelänge, in sorgfältigst filtrirtem und sterilisirtem Seewasser farblose Convoluten zu erziehen, so wäre damit natürlich bewiesen, dass die grünen Zellen Eindringlinge sind, die in jedes einzelne Individuum einwandern müssen[2]). Wenn aber die grünen Zellen, vor ihrer Einwanderung in den Wurmkörper, frei im Meerwasser lebende Algen wären, so könnten sie ihre Entwickelung im Wurme nicht beschliessen, sondern müssten denselben entweder noch bei seinen Lebzeiten verlassen (event. als Schwärmsporen) oder nach seinem Tode isolirt weiterleben, da sonst die Vererbung gewisser Anpassungsmerkmale, die sich die Alge gelegentlich ihrer Symbiose mit dem Wurme erworben hat, und von denen ich hier bloss ihre vollständige Membranlosigkeit erwähnen will, selbstverständlich nicht möglich wäre.

Damit sind wir zur Beantwortung der zweiten von den oben aufgeworfenen Fragen gelangt. Die abgestorbenen Convoluten zerfliessen zu rundlichen, gewöhnlich dem Boden des Gefässes anhaftenden Häufchen von 1—2 mm Durchmesser. Dieselben bleiben auffallend lange grün (3—4 Tage), in Folge dessen man auf die Vermuthung gebracht wird, dass die isolirten Chlorophyllzellen als Algen selbständig weiterleben. Die mikroskopische Untersuchung lehrt aber, dass dies nicht der Fall ist. Die grünen Zellen bewahren zwar noch eine Zeit lang ihre Kontouren, doch sind sie nicht im Stande, sich mit einer Zellhaut zu umkleiden. Sie sind jetzt gleichmässig grün gefärbt; die Chloroplasten sind desorganisirt und zeigen eine theils fibrilläre,

1) Vgl. Schimper l. c. pag. 6 ff.

2) Dieser Beweis ist L. v. Graff für Vortex viridis gelungen, indem er aus den Eiern grüner Exemplare dieses Wurmes farblose Individuen züchtete. (Zoolog. Anz. 1884, pag. 525.)

theils grobkörnige Struktur. Sehr deutlich treten nunmehr die Stärkehüllen der Pyrenoide hervor, die sich zumeist in die einzelnen Stärkekörnchen aufgelöst haben, nicht selten auch schon gänzlich zerfallen sind. Die Zellkerne sind jetzt auch mit Borax- und Pikrokarmin nicht mehr nachweisbar, wahrscheinlich also gleichfalls schon der Desorganisation anheimgefallen.

Um die Ueberreste des todten Wurmes herum sammeln sich in der Regel verschiedene Algen an; vor Allem Diatomaceen, doch häufig auch grüne einzellige Algenformen, welche sich dann unter dem Einfluss der günstigen Ernährungsbedingungen, welche sie in der Umgebung und zwischen den Ueberresten des todten Wurmes finden oft reichlich vermehren. Dieser Umstand kann leicht zur Quelle von Täuschungen werden, indem man bei wenig genauer Beobachtung annehmen könnte, dass die grünen Algenkolonien, welche sich hier entwickeln, direkt von den grünen Zellen der Convoluta abstammen. Ich selbst war eine Zeit lang geneigt, eine nicht näher bestimmte Chlamydomonas-Art, welche in Bezug auf ihre Grösse und namentlich hinsichtlich des Baues ihrer Chloroplasten den grünen Zellen der Convoluta sehr ähnlich war, mit diesen letzteren in einen genetischen Zusammenhang zu bringen. Die fortgesetzte lückenlose Beobachtung einiger abgestorbener Würmer im hängenden Tropfen belehrte mich aber eines Anderen. Ich konnte so feststellen, dass zunächst einzelne schwärmende Chlamydomonas-Individuen von den Ueberresten des todten Wurmes angelockt werden, sich an und zwischen denselben niederlassen und sich nach Verlust ihrer Cilien reichlich durch Theilung vermehren. Die grünen Zellen des Wurmes dagegen zeigten ausnahmslos die oben beschriebenen Desorganisationserscheinungen.

Eine besondere Erwähnung verdient die Thatsache, dass die grünen Zellen den Tod des Wurmes auch dann nicht überleben, wenn dieselben in die weiter unten zu erwähnenden Nährstofflösungen gebracht werden, in welcher sie sich innerhalb des lebenden Wurmes meist reichlich vermehren und überhaupt vortrefflich gedeihen.

Ich muss also aus meinen oft wiederholten Beobachtungen die Folgerung ableiten, dass die nackten Chlorophyllzellen der Convoluta Roscoffensis sich im isolirten Zustande, beziehungsweise nach dem Absterben des Wurmes weder mit einer Zellmembran zu umkleiden noch überhaupt weiter zu leben vermögen. Ihr Chlorophyllfarbstoff bleibt zwar noch einige Tage lang erhalten, doch lässt sich das Gleiche auch an isolirten Chlorophyllkörnern von höher entwickelten Pflanzen häufig genug beobachten.

Aus der Thatsache, dass die isolirten Chlorophyllzellen der Convoluta keine Membran zu bilden im Stande sind, geht deutlich hervor, dass ihre Membranlosigkeit wirklich eine Anpassungserscheinung an das Leben im Wurmkörper darstellt. Von vorneherein wäre es ja auch möglich, dass die grünen Zellen im lebenden Wurme nur deshalb keine Zellhaut besitzen, weil sie das Plasma des Thieres auf irgend eine Weise daran verhindert, sich mit einer Membran zu umkleiden. Würde es sich z. B. um eine Cellulosehaut handeln, so könnte das Plasma des Wurmes

durch Bildung eines celluloselösenden Enzyms die Membranlosigkeit der grünen Zellen bedingen. Oder es könnte durch irgend eine andere Art der Beeinflussung das Vermögen der Hautschicht des Plasmas der grünen Zellen, eine Zellhaut zu bilden, zeitweilig aufgehoben sein. Dann müsste aber nach dem Wegfall des betreffenden Hindernisses, d. i. nach dem Tode des Wurmes, die Fähigkeit zur Membranbildung sich alsbald äussern, die grünen Zellen müssten sich mit einer Membran umkleiden, was thatsächlich nicht der Fall ist. —

Ob man chlorophyllhaltige Zellen eines thierischen Organismus, welche ausserhalb desselben keine selbständige Existenz führen können, ohne weiteres als „Algen" bezeichnen darf, ist immerhin fraglich. Die Algenähnlichkeit der grünen Zellen ist noch kein entscheidender Beweis für ihre Algennatur; und wenn auf letztere deshalb geschlossen wird, weil bei verschiedenen anderen Thieren die in ihnen enthaltenen „Zoochlorellen" und „Zooxanthellen" nach künstlicher Isolirung selbständig weiterleben und sich so auf das deutlichste als Algen zu erkennen geben, so mag ein solcher Schluss einen grossen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich haben, als Analogieschluss hat er aber keine zwingende Beweiskraft. So wie die Flechtengonidien erst dann mit grösster Bestimmtheit als Algen angesprochen werden durften, als es Famintzin, Baranetzky u. A. gelungen war, sie nach künstlicher Isolirung selbständig weiter zu kultiviren, so dürfen auch grüne Zellen in thierischen Organismen erst nach erfüllter gleicher Voraussetzung als unzweifelhafte Algen betrachtet werden. Allerdings wird kaum daran zu zweifeln sein, dass die grünen Zellen unserer Convoluta phylogenetisch betrachtet von eingedrungenen Algen abstammen, doch ist eine völlige Gewissheit hierüber nicht zu erlangen. Es wäre daher kein vollständig objektiver Ausdruck des thatsächlichen, durch die direkte Beobachtung eruirbaren Sachverhaltes, sondern bloss eine auf Analogieschlüssen und phylogenetischen Betrachtungen basirte Hypothese, wenn man behaupten würde, dass die grünen Zellen von Convoluta Roscoffensis Algen seien.

Ich möchte meinen Standpunkt in dieser Frage noch durch den Hinweis auf eine von Schimper hinsichtlich der Abstammung der Chlorophyllkörper geäusserte Vermuthung näher beleuchten. Im Hinblick auf die von ihm konstatirte Thatsache, dass die Chloroplasten, bez. Leukoplasten schon in den Eizellen enthalten sind, deutet der genannte Forscher die Möglichkeit an, dass die grünen Pflanzen einer Vereinigung eines farblosen Organismus mit einem von Chlorophyll gleichmässig tingirten ihren Ursprung verdanken[1]). Nehmen wir nun an, dass diese Vermuthung richtig sei und dass die Chlorophyllkörner der höher entwickelten grünen Pflanzen thatsächlich von einzelligen Algen abstammen, würde man deshalb aufhören, die Chlorophyllkörner als integrirende Organe der betreffenden Zellen aufzufassen? Würde man sie jetzt noch als selbständige Organismen, als Algen bezeichnen dürfen? Gewiss nicht, denn nicht dasjenige, was ein Organ oder Organismus auf früheren phylogenetischen Ent-

1) Bot. Zeitung, 1883, pag. 112, Anmerkung.

wickelungsstufen war, entscheidet bei der Beurtheilung des gegenwärtigen Zustandes, sondern der jetzt gegebene Sachverhalt. Es läge dann einfach der allerdings höchst merkwürdige Fall vor, dass ein einheitlicher Organismus der Vereinigung zweier ganz verschiedenartiger Organismen seine Entstehung verdankt hat, wobei der eine von ihnen zu einem Organ des anderen geworden ist. Es wäre dies die höchste Stufe der Symbiose, zu welcher natürlich zahlreiche Uebergangsstufen führen müssten. Ob solche Uebergänge (den Chlorophyllapparat betreffend) im Pflanzenreiche thatsächlich vorkommen ist ungewiss[1]). Im Thierreich würde unsere Convoluta mit ihren hautlosen Chlorophyllzellen, welche selbständig nicht mehr weiter zu leben vermögen, eine solche Uebergangsstufe repräsentiren. Wer Gefallen an phylogenetischen Zukunftsbildern hat, der kann sich leicht ausmalen, wie der in Folge der symbiotischen Anpassung eingeleitete Reduktionsprozess, welchem bereits die Zellhaut zum Opfer gefallen ist, allmählich weiter schreitet und im Laufe der künftigen phylogenetischen Entwickelung des Wurmes zum Verschwinden der farblosen Plasmapartie und des Kernes[2]) der grünen Zellen führen muss. Von den einstigen Algen werden dann schliesslich nur mehr die Chloroplasten übrig geblieben sein, und damit wäre dann jener Zustand erreicht, wie ihn gegenwärtig die grünen Pflanzen repräsentiren. Aus unserer Convoluta wäre ein Thier mit „echten Chlorophyllkörnern" geworden. Es liegt nicht vollständig ausser dem Bereiche der Möglichkeit, dass derartige Thiere schon gegenwärtig existiren. —

III.

Nach dieser Abschweifung wollen wir wieder zu unserem Gegenstande zurückkehren und die ernährungsphysiologische Bedeutung der Chlorophyllzellen für die Convoluta festzustellen suchen. Tragen die grünen Zellen zur Ernährung des Wurmes bei oder nicht?

Die einfachste Art, wie ein thierischer Organismus von den in ihm lebenden Algen einen Nutzen zieht, ist die, dass er sie im Bedarfsfalle verdaut und sich so von ihnen in gleicher Weise ernährt, wie von anderer Nahrung, die er von aussen aufnimmt. Die Algen stellen so eine lebende Reservenahrung des Thieres vor. Eine derartige ernährungsphysiologische Bedeutung kommt nach Géza Entz den grünen Algen verschiedener Infusorien, und von Hydra viridis, nach Famintzin[3]) den gelben Algenzellen der koloniebildenden Radiolarien und der Aktinien zu. — Bei

[1]) Möglicherweise giebt es Flechten, deren „Gonidien" ausserhalb des Flechtenverbandes nicht mehr zu selbständiger Vegetation gelangen. (Vgl. de Bary, vergl. Morphol. u. Biologie der Pilze, II. Aufl. pag. 450.)

[2]) Eine Reduktion des Kernes wäre natürlich nur dann möglich, wenn ausser dem Assimilations- auch das Theilungsvermögen der Chloroplasten von der Kernthätigkeit unabhängig wäre oder werden könnte.

[3]) Beitrag zur Symbiose von Algen und Thieren. Mémoires de l'académie imp. des sciences de St. Petersbourg, VII. S. T. XXXVI, 1889. pag. 22 ff.

Convoluta Roscoffensis habe ich niemals grüne Zellen gefunden, welche deutliche Anzeichen einer mehr oder minder weit vorgeschrittenen Verdauung hätten erkennen lassen. Die grosse Empfindlichkeit der Chloroplasten, welche nach der geringsten Schädigung auffällige Strukturveränderungen erleiden, hätte das Auffinden jener Zellen, die im Begriffe gewesen wären, verdaut zu werden, jedenfalls sehr begünstigen müssen. Allein auch in solchen Würmern, welche längere Zeit in filtrirtem Wasser gehalten wurden, erwiesen sich alle grüne Zellen vollkommen unversehrt, so weit dies durch die mikroskopische Untersuchung zu konstatiren war. Ich glaube daher bestimmt behaupten zu dürfen, dass die grünen Zellen unserer Convoluta auch bei mangelnder äusserer Nahrung nicht verdaut werden. Auf welche Weise die hautlosen, so leicht zu schädigenden Chlorophyllzellen der verdauenden Wirkung, ev. den Verdauungsfermenten des thierischen Plasmas widerstehen, lässt sich natürlich nicht näher angeben. Voraussichtlich handelt es sich hier um specielle Anpassungen, welche in erster Linie die Plasmahaut der grünen Zellen betreffen dürften.

Wenn nun auch keine Verdauung ganzer Chlorophyllzellen stattfindet, so darf doch mit um so grösserer Bestimmtheit angenommen werden, dass jene oft so zahlreichen kleinen, grüngefärbten Plasmatheilchen, welche bei den Bewegungen und Kontraktionen des Wurmes von den hautlosen, zähflüssigen Chlorophyllzellen, beziehungsweise deren Chloroplasten abgetrennt werden, der Verdauung seitens des thierischen Protoplasmas anheimfallen. Da diese Plasmapartikelchen selbständig sicher nicht weiter zu leben vermögen, da ferner nicht anzunehmen ist, dass sie seitens des Wurmes ausgestossen werden und da endlich andererseits eine beträchtliche Anhäufung solcher Plasmasplitter im thierischen Plasma nicht zu beobachten ist, so darf wohl als sicher angesehen werden, dass sich der Wurm durch ihre Verdauung in mehr oder minder vollständiger Weise zu ernähren im Stande ist. Da der Wurm mit grösster Leichtigkeit durch einige lebhafte Kontraktionen eine sehr grosse Anzahl solcher Plasmatheilchen von den grünen Zellen abzuzwicken im Stande ist, so ist die ernährungsphysiologische Bedeutung dieser Splitter jedenfalls nicht gering anzuschlagen. Je mehr Arbeit der Wurm durch lebhaftes Umherschwimmen leistet, je grösser in Folge dessen sein Nahrungsbedürfniss ist, desto grösser ist auch der Gewinn an Nahrung, den er durch seine Bewegungen erzielt. Verbrauch und Gewinn von Nahrung unterliegen so auf sehr einfache Weise einer zweckmässigen Selbstregulation.

Die abgetrennten Plasmatheilchen bedeuten für den Wurm in erster Linie eine Eiweissnahrung. Wenn die Chloroplasten der grünen Zellen sehr stärkereich sind, d. h. wenn ausser den Stärkehüllen der Pyrenoide auch zahlreiche einzelne Stärkekörnchen in den Chloroplasten auftreten, dann gelangt der Wurm auf gleiche Weise auch zu stickstoffloser Nahrung, indem zahlreiche abgetrennte Plasmatheilchen auch Stärkekörner enthalten. Ich konnte mich hiervon oftmals genug durch die direkte

Beobachtung überzeugen. Dass auch diese freigewordenen Stärkekörner aufgelöst, resp. verdaut werden, dürfte wohl kaum zu bezweifeln sein[1]).

Die Chlorophyllzellen erfahren durch die wiederholte Abtrennung kleiner Plasmatheilchen, von welcher wie gesagt hauptsächlich die Chloroplasten betroffen werden, keine nennenswerthe Schädigung. Durch ihre Assimilationsthätigkeit (im weitesten Sinne des Wortes) können sie diesen Substanzverlust leicht wieder decken. Sollte eine Zelle bei solcher Gelegenheit ihren Kern verlieren, der wie oben erwähnt wurde, häufig ganz peripherisch liegt, so würde ihr Chloroplast trotzdem seine Assimilationsthätigkeit höchst wahrscheinlich nicht einstellen. An anderer Stelle[2]) habe ich nämlich mittelst der Engelmann'schen Bakterienmethode gezeigt, dass auch frei präparirte Chlorophyllkörner von Funaria hygrometrica noch assimiliren und von Klebs[3]) wurde nachgewiesen, dass bei verschiedenen Algen auch in den Chloroplasten kernloser Plasmastücke noch reichliche Stärkebildung stattfindet.

Da die besprochene Art der Ernährung des Wurmes seitens der Chlorophyllzellen selbstverständlich nur möglich ist, weil die letzteren hautlos sind, so ist dieses Merkmal für die Ernährung des Thieres von grösster Bedeutung. Die Algenzellen sind allerdings sehr wahrscheinlich nur deshalb hautlos geworden, weil sie eine Zellmembran im thierischen Plasma entbehren können. In ihrer Membranlosigkeit liegt also keineswegs eine direkte Anpassungserscheinung an die Ernährungsweise des Wurmes vor. Der Nutzen, welchen der letztere aus der Membranlosigkeit der Chlorophyllzellen zieht, hat sich sozusagen ganz unbeabsichtigt eingestellt. —

Die Frage, ob die Chlorophyllzellen auch durch Abgabe gelöster Assimilate, welche auf osmotischem Wege aus denselben austreten, zur Ernährung des Wurmes beitragen, lässt sich nicht mit voller Sicherheit beantworten. Auf Grund nachfolgender Beobachtungen und Erwägungen ist es mir allerdings wahrscheinlich, dass auch eine derartige Substanzabgabe stattfindet. In kräftigen lebensfrischen Convoluten sind die Chlorophyllzellen auch unter günstigen Assimilationsbedingungen fast immer sehr stärkearm. Die Stärkehüllen der Pyrenoide sind ziemlich dünn, isolirte Stärkekörnchen fehlen meist vollständig. Dass aber die Zellen kräftig assimiliren, kann keinem Zweifel unterliegen; schon Geddes hat bekanntlich gezeigt, dass belichtete Convoluten sehr ansehnliche Sauerstoffmengen ausscheiden. Da sich die grünen Zellen im ausgewachsenen Wurme allem Anscheine nach nicht mehr vermehren, und eine Stärkeaufspeicherung in ihnen, wie schon erwähnt, nicht stattfindet, so lange die Würmer vollkommen lebensfrisch sind, so muss man sich fragen, was aus den zweifel-

1) Um die diastatische Wirkung des Wurmparenchyms zu prüfen, versuchte ich eine Anzahl von Convoluten mit Weizenstärke zu füttern. Das Ergebniss blieb deshalb ein negatives, weil die Würmer trotz der reichlich vorhandenen Stärke auch nach mehreren Tagen nicht ein Stärkekorn aufgenommen hatten.

2) Ueber die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkernes bei den Pflanzen, Jena 1887, pag. 117 ff.

3) Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle, Unters. aus dem Bot. Inst. zu Tübingen, II. pag. 551 ff.

los sehr beträchtlichen Mengen von Assimilaten wird, welche die grünen Zellen tagtäglich erzeugen. Dass dieselben vollständig beim Wiederersatze der abgetrennten Plasmatheilchen verbraucht werden sollten, ist nicht wahrscheinlich; es bleibt sonach keine andere Annahme übrig, als dass der Ueberschuss, wie aus den Assimilationszellen höher entwickelter Pflanzen, auf osmotischem Wege auswandert und dem thierischen Organismus zu Gute kommt. Für diese Annahme spricht auch der Umstand, dass in den Würmern, deren Lebensenergie bereits gesunken ist und die nicht mehr die Kraft haben, sich vom Boden des Gefässes an die Oberfläche des Wassers zu begeben, wie dies die vollkommen gesunden Würmer thun, — dass in solchen Exemplaren die Chlorophyllzellen sich in der Regel mit Stärkekörnern füllen, so dass die Chloroplasten mit ihnen zuweilen ganz vollgepfropft sind. Das Ernährungsbedürfniss solcher kränkelnder Würmer ist beträchtlich gesunken, der Ueberschuss von Assimilationsprodukten wird nun grossentheils in den Chlorophyllzellen in Form von Stärke aufgespeichert. Aus dieser Beobachtung geht zugleich hervor, dass die Ursache für den osmotischen Stoffaustritt aus den assimilirenden Zellen im Stoffverbrauch seitens des Thieres zu suchen ist, dass hier also ganz analoge Verhältnisse herrschen, wie in höher entwickelten Pflanzen, welche ein eigenes Assimilationsgewebe besitzen.

Ich gehe nunmehr zur Besprechung einiger Kulturversuche über, bei welchen ich eine Anzahl von Convoluten in künstliche Nährstofflösungen brachte; ich hoffte nämlich auf diese Weise noch einige weitere Anhaltspunkte für die Beurtheilung der in Rede stehenden Verhältnisse zu gewinnen. Was geschieht, so fragte ich mich, wenn man durch Zusatz solcher Nährsalze, die für die Ernährung grüner Pflanzen von grösster Bedeutung sind, die aber im Meerwasser bloss in sehr geringen Mengen, resp. bloss spurenweise gelöst vorkommen, die Ernährungsbedingungen für die Chlorophyllzellen der Convoluten möglichst günstig gestaltet?

Zu diesem Behufe wurden zwei verschiedene Nährstofflösungen hergestellt.

I. In 100 cbcm Meerwasser wurden gelöst:

0,05 g salpetersaures Kali
0,02 g schwefelsaurer Kalk
0,02 g schwefelsaure Magnesia
0,02 g phosphorsaurer Kalk.

Ausserdem ein stecknadelkopfgrosses Körnchen Eisenvitriol. Nach einigen Stunden wurde dann die Lösung filtrirt. Die Koncentration des Seewassers war also, da sich der phosphorsaure Kalk bloss spurenweise löst, um 0,09% erhöht worden.

II. In 100 cbcm destillirtem Wasser wurden gelöst:

0,15 g salpetersaures Kali
0,1 g schwefelsaurer Kalk
0,1 g schwefelsaure Magnesia
0,1 g phosphorsaurer Kalk.

Ausserdem wieder ein winziges Körnchen Eisenvitriol.

Diese Lösung, deren Koncentration also etwas über 0,35% betrug, wurde mit dem gleichen Volum (100 cbcm) Meerwasser gemischt und dann filtrirt.

Die beiden Lösungen wurden dann in niedere Glasschalen gefüllt; schliesslich brachte man in jede von ihnen 50 lebensfrische Convoluten. Die Kulturgefässe befanden sich bis zum Schluss der Versuche an einem nach Westen gelegenen Fenster des bot. Institutes. Direkte Insolation wurde vermieden. Die Temperatur schwankte zwischen 19 und 22° C.

Den Convoluten war der Aufenthalt in den Nährstofflösungen sehr unbehaglich. Gleich nachdem sie in dieselben gebracht worden, kontrahirten sie sich zu kleinen Klümpchen; bald aber zeigten sie überaus lebhafte schlängelnde und namentlich kreisende Bewegungen, welche auch noch nach einer Reihe von Tagen zu beobachten waren. Die Phototaxis der Würmer (siehe unten) kam am ersten Tage noch ziemlich zur Geltung, später ging sie allmählich verloren. Noch rascher blieben die geotaktischen Bewegungen aus. In der Lösung I war nach 3 Tagen mehr als die Hälfte der Würmer zu Grunde gegangen, nach 6 Tagen waren nur wenige mehr am Leben, nach einer Woche waren sie sämmtlich todt. In der Lösung II blieben sie einige Tage länger am Leben.

Die grosse Mehrzahl der Würmer nahm schon nach 3—4 Tagen eine weit dunkler grüne Färbung an als im normalen Zustande; später zeigten sie eine fast schwarzgrüne Färbung; nur wenige waren lichtgrün geblieben. Die mikroskopische Untersuchung lehrte, dass diese Veränderung durch eine auffällige Vermehrung der Chlorophyllzellen bedingt wurde; überdies waren die Chloroplasten etwas intensiver grün geworden. Die Jodreaktion erwies den grossen Stärkereichthum sämmtlicher Chlorophyllzellen. Ausser den starken Stärkehüllen der Pyrenoide waren in den Chloroplasten zahlreiche kleine Stärkekörnchen vorhanden. Dies zeigte sich auch bei solchen Würmern, welche lichter geblieben waren und in denen die Chlorophyllzellen sich nicht in auffälliger Weise vermehrt hatten.

Die gesteigerte Ernährungsthätigkeit der Chlorophyllzellen in den künstlichen Nährstofflösungen kam also vor Allem in ihrer raschen Vermehrung zum Ausdruck; überdies fand reichliche Stärkespeicherung statt. Der Wurm dagegen hatte von der ausgiebigeren Stoffproduktion seitens der grünen Zellen keinen Vortheil, vielleicht nur deshalb nicht, weil das in seiner Zusammensetzung veränderte Medium auf ihn einen direkt schädlichen Einfluss ausübte. Bemerkenswerth ist, dass der Wurm nicht im Stande war, sich der übergrossen Anzahl von Chlorophyllzellen durch Auswerfen zu entledigen. Andererseits wurde durch die einseitig geförderte Vegetation der Chlorophyllzellen das Abhängigkeitsverhältniss derselben vom Wurmkörper nicht alterirt. Mit dem Thiere gingen auch die Chlorophyllzellen ausnahmslos zu Grunde, so vortrefflich es ihnen auch im lebenden Wurme gegangen war.

Die rasche Vermehrung der Chlorophyllzellen in der künstlichen Nährstofflösung legte die Frage nahe, weshalb denn bei den in gewöhnlichem Seewasser lebenden ausgewachsenen Convoluten eine Vermehrung der genannten Zellen unterbleibt? Wenn

auch nicht zu erwarten wäre, dass dieselbe so rasch vor sich gehen würde, wie in der künstlichen Nährlösung, so dürfte man doch bei der zweifellos ganz ausgiebigen Ernährungsthätigkeit der grünen Zellen, eine stetige Zunahme ihrer Anzahl erwarten. Jedenfalls liegt hier eine die Vermehrung hintanhaltende Beeinflussung seitens des Wurmes vor; die Art dieser Beeinflussung kann eine verschiedene sein. Entweder reicht schon der blosse Stoffverbrauch des Thieres, welcher die Chlorophyllzellen zur Abgabe des gesammten Ueberschusses an producirter organischer Substanz zwingt, aus, um die Vermehrung der grünen Zellen zu hindern; oder der thierische Organismus hebt auf irgend eine Weise, etwa durch Ausscheidung bestimmter Stoffe, das Theilungsvermögen der Chlorophyllzellen, resp. ihrer Kerne direkt auf, so dass dieselben auch im Besitze einer genügenden Menge von plastischen Baustoffen nicht im Stande wären, sich zu vermehren. Das Ergebniss der Kulturversuche mit künstlichen Nährlösungen scheint für die erstere Alternative zu sprechen. Andererseits kann man in Convoluten, die in gewöhnlichem Seewasser leben, zuweilen eine sehr beträchtliche Anhäufung von Stärke in den Chloroplasten der grünen Zellen beobachten, ohne dass dieser Ueberschuss eine Vermehrung der Zellen zur Folge hätte. — Jedenfalls ist es keine aus der Luft gegriffene Behauptung, wenn gesagt wird, dass in den Convoluten Wechselbeziehungen zwischen den Chlorophyllzellen und den anderen Geweben des Organismus bestehen, welche in mehrfacher Hinsicht an analoge Gewebekorrelationen bei den höher entwickelten Pflanzen erinnern. —

IV.

Schliesslich mögen hier noch einige biologische Eigenthümlichkeiten unserer Convoluta in Kürze besprochen werden, welche mit Rücksicht auf die vorstehend erörterten Fragen von Interesse sind.

Unter den zahlreichen Convoluten, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, befand sich nicht ein einziges Exemplar, in welchem von aussen aufgenommene Nahrung nachweisbar gewesen wäre. Die Wände des Glasgefässes, in welchem sich die Würmer befanden, überzogen sich allmählich mit einem dichten Rasen verschiedenartiger Algen, zwischen denen zahlreiche niedrige Thierformen, Protozoen, sich tummelten, so dass die Gelegenheit zur Nahrungsaufnahme eine sehr günstige gewesen wäre. Die Würmer benahmen sich überhaupt nicht nach Art anderer nahrungsuchender Thiere, sondern verweilten den ganzen Tag über an der Lichtseite des Gefässes, wo sie dichtgeschaart knapp unter der Wasseroberfläche einen grünen Saum bildeten. Ich muss daher annehmen, dass die ausgewachsenen Convoluten unter normalen Verhältnissen keine oder nur ausnahmsweise Nahrung von aussen aufnehmen und sich so gut wie ausschliesslich von ihren Chlorophyllzellen ernähren lassen[1]).

1) G. Entz führt eine Reihe von Protozoen an, welche, sobald sie zahlreiche Algenzellen enthalten, von aussen keine Nahrung mehr aufnehmen sollen.

Vielleicht beschränkt sich bei ihnen das Bedürfniss nach Nahrungsaufnahme von aussen auf die Zeit der Entwickelung, des lebhaften Wachsthums, wenn der Stoffverbrauch so gross ist, dass er durch die Assimilationsthätigkeit der grünen Zellen, die sich ja selbst noch zu vermehren haben, nicht gedeckt werden kann. —

Bemerkenswerth sind die lokomotorischen Reizbewegungen der Convoluten. Bekanntlich streben dieselben bei einseitiger Beleuchtung der Lichtquelle zu, sie sind wie grüne Algenschwärmer, positiv phototaktisch. Dass diese Eigenschaft die Assimilationsthätigkeit der Chlorophyllzellen in hohem Grade begünstigt, ist selbstverständlich und nichts liegt näher, als anzunehmen, dass die Phototaxis nicht ausschliesslich den Chlorophyllzellen, sondern indirekt auch den Würmern selbst von Nutzen ist. Sobald auf anderem Wege der Nachweis erbracht ist, dass die Convoluten von den Assimilationsprodukten der grünen Zellen ernährt werden, ist gegen jene Annahme natürlich nichts einzuwenden. Wenn man aber umgekehrt die positive Phototaxis der Convoluten als ein Beweismittel für die Ernährung der Würmer seitens der Chlorophyllzellen in's Feld führen wollte, so wäre dies deshalb unstatthaft, weil man ja nicht wissen kann, ob die Phototaxis seitens der Würmer erst mit Rücksicht auf die Assimilationsthätigkeit der Chlorophyllzellen erworben wurde, oder ob sie nicht schon zu einer Zeit vorhanden war, als die Convoluten noch chlorophyllos oder die Vorfahren der heutigen Chlorophyllzellen noch raumparasitische Algen gewesen sind. Phototaktische Reizbewegungen kommen ja auch bei anderen, chlorophyllosen Thieren häufig genug vor. —

Wie schon erwähnt, sammeln sich die Convoluten in ruhigem Wasser dicht unter der Oberfläche desselben an. Wird das Gefäss nur leicht erschüttert, so lassen sie sich wie erschreckt zu Boden sinken, steigen aber alsbald wieder in die Höhe. Stülpt man über das vorher einseitig belichtet gewesene Glasgefäss einen dunklen Kasten, so haben sich nach 20—30 Minuten die Würmer ringsum gleichmässig vertheilt, halten sich aber nach wie vor knapp unter dem Wasserniveau auf. Wenn man den Kasten rasch, aber mit Vermeidung jeder Erschütterung abhebt, so lassen sich die Würmer unter dem Einflusse des plötzlichen Lichtzutrittes gleichfalls zu Boden sinken; bald aber steigen sie wieder empor und streben gleichzeitig der Lichtquelle zu.

Dass sich die gesunden, lebensfrischen Convoluten stets an der Wasseroberfläche aufhalten, kann von vorneherein auf chemotaktischer oder auf geotaktischer Reizbewegung beruhen. Es könnte das Bedürfniss nach Sauerstoff sein, welches die Würmer an die Oberfläche des Wassers treibt, es kann aber auch die Schwerkraft als Reizursache wirken. Um diese Frage zu entscheiden, stellte ich folgendes einfache Experiment an. Eine Glaseprouvette wurde vollständig mit Wasser gefüllt, dann wurde eine Anzahl von Convoluten hineingebracht und die Oeffnung der Eprouvette unter Wasser mit einem Leinenfleckchen zugebunden. Dann kehrte man die Eprouvette um, so dass die zugebundene Oeffnung nach abwärts sah und stellte sie mit Zuhilfenahme

eines Stativs vertikal so auf, dass der untere Theil ca. 1 cm tief in Wasser tauchte. Nach einiger Zeit hatten sich sämmtliche Convoluten im obersten Theil der Eprouvette dicht unter der Glaswand angesammelt; ihr Aufwärtsstreben beruht also nicht auf chemischer Reizung, sondern auf negativer Geotaxis[1]).

Fr. Schwarz[2]), welcher die Geotaxis von Chlamidomonas und Euglena entdeckt und genau studirt hat, erblickt den Vortheil, welchen diese Organismen aus jener Eigenschaft ziehen darin, dass sie auf diese Weise auch dann noch der Assimilation halber zum Lichte emporsteigen können, wenn sie durch Sand und Erde verschüttet oder überhaupt durch undurchsichtige Körper bedeckt und so dem richtenden Einflusse des Lichtes entzogen werden. Die Geotaxis ist so eine vortheilhafte Ergänzung der Phototaxis. Für unsere Convoluta wird wohl dasselbe gelten.

Sobald die Würmer zu kränkeln beginnen, büssen sie zuerst ihre Fähigkeit zu geotaktischen, späterhin auch zu phototaktischen Ortsbewegungen ein. Wenn Convoluten, deren Chlorophyllzellen reichlich Stärke enthalten, nicht mehr im Stande sind, emporzusteigen, so ist daran vielleicht ihr grösseres specifisches Gewicht schuld, zu dessen Ueberwindung die vorhandenen Kräfte nicht mehr ausreichen.

Das Gesammtergebniss der vorliegenden Untersuchungen, welche allerdings noch zahlreiche Lücken aufweisen, lässt sich in folgender Weise formuliren:

Die Chlorophyllzellen von Convoluta Roscoffensis besitzen, namentlich in Bezug auf den Bau ihrer Chloroplasten, eine ganz ähnliche Organisation, wie gewisse niedere Algenformen. Sie sind aber vollständig hautlos und vermögen im isolirten Zustande sich weder mit einer Zellmembran zu umkleiden, noch überhaupt selbständig weiterzuleben. Wenn sie auch zweifellos von Algen abstammen und vom phylogenetischen Standpunkte aus als solche zu betrachten sind, so stellen sie doch auf der gegenwärtigen Anpassungsstufe bereits ein dem Wurmkörper angehöriges Gewebesystem — sein Assimilationsgewebe — vor. Die Ernährung des Wurmes seitens der Chlorophyllzellen erfolgt zum Theile derart, dass bei den Bewegungen des Thieres kleine Plasmatheilchen, auch Stärkekörner von den nackten Assimilationszellen abgetrennt und dann verdaut werden; wahrscheinlich findet aber auch eine Abgabe gelöster Assimilate auf osmotischem Wege statt. Ausgewachsene Würmer werden auf diese Weise genügend ernährt, da sie Nahrung von aussen anscheinend nicht mehr aufnehmen. Durch ihre phototaktischen und geotaktischen Bewegungen sorgen die Würmer dafür, dass ihre Chlorophyllzellen unter möglichst günstigen Beleuchtungsverhältnissen assimiliren.

So repräsentirt Convoluta Roscoffensis mit ihren Chlorophyllzellen eine der höchsten Entwickelungsstufen, welche die Symbiose zwischen Thieren und Algen erreichen kann.

[1]) Die Convoluten sind specifisch schwerer als Wasser; getödtet sinken sie zu Boden. Auch werden sie nicht durch adhärirende Luft- (Sauerstoff-) Blasen in die Höhe gezogen, da sie auch im Dunkeln emporsteigen.

[2]) Berichte der deutschen bot. Gesellsch. II. Bd. 1884, pag. 51 ff.

Erklärung der Tafel I.

Fig. 1—13. **Amphichoerus cinereus** Graff.

Fig. 1. Ein Thier auf schwarzem Grunde kriechend, 10 × vergrössert.

Fig. 2. *a* Umriss des Körpers im kontrahirten Zustande. *b* Querschnitt eines schwimmenden Thieres. *c* Ein solches im Profil (rechts die Bauch-, links die Rückenseite).

Fig. 3. Quetschpräparat, ca 75 × vergr. *au* Augenfleck. *bs* Bursa seminalis. *m* Mund. *pe* Penis. *ot* Otolithenblase. *ov* Ovarium. *so* Mündung des Frontalorganes. *te* Hodenfollikel. vd_I Spermaanhäufungen.

Fig. 4. Vorderende mit der nach aufwärts gerichteten Mündung des Frontalorganes *(so)* und den gegen dasselbe konvergirenden Cilienreihen der Haut.

Fig. 5. Frontalorgan nach einem Quetschpräparat gezeichnet.

Fig. 6. Parenchym-Muskelzellen (Hämotoxylin, Cam. Obj. V Seibert und Krafft).

Fig. 7–9. Verschiedene Ansichten der Otolithenblase in Quetschpräparaten.

Fig. 10. *a* Reifes Spermatozoon. *b* Ein Stück desselben stärker vergrössert im optischen Durchschnitte. *c* desgl. von der Fläche besehen.

Fig. 11. Vorderende eines nicht ganz medianen Längsschnittes (Hämatoxylin, Cam. Obj. IV). *cb* Centralparenchym. *ci* Cilienkleid der Haut. *co* Vorderes Kommissuralganglion. *dr* Hautdrüsen. *ep* Körperepithel. *g* Gehirn. *m* Dorsoventrale Muskelfasern. *ov* Ovarialzellen. *rb* Peripherisches Parenchym. $sd-sd_{II}$ Stirndrüsen. *so* Mündung des Frontalorganes.

Fig. 12. Aktive Fresszellen des Parenchyms (aus einem Schnitte, Pikrokarmin, Cam. Obj. V).

Fig. 13. Stück aus einem Querschnitte, das Integument darstellend (Pikrokarmin, Cam. Obj. V). *b* Bulbi der Cilien. *dr* Rhabditen- (Drüsen-) Zelle. dr_I Hohlraum durch Ausstossung einer Drüsenzelle gebildet. *f* Fussstücke der Cilien (sog. Cuticula). *lm* Längsfasern des Hautmuskelschlauches. *m* Ansätze der dorsoventralen Parenchymmuskeln. *rm* Ringfasern des Hautmuskelschlauches. *w* Körniges Ende der Cilienwurzeln. *z* Epithelzellen. z_I Interstitielle Zellen.

1

2.

4.

3

10.

5 a1

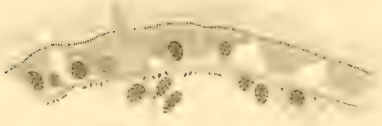
6

7.

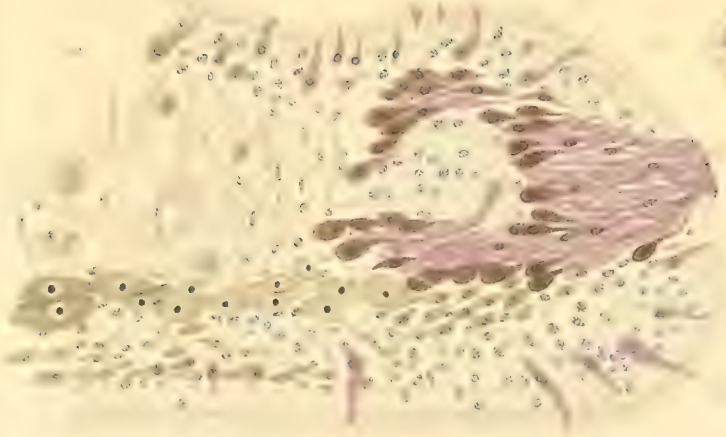
8

9

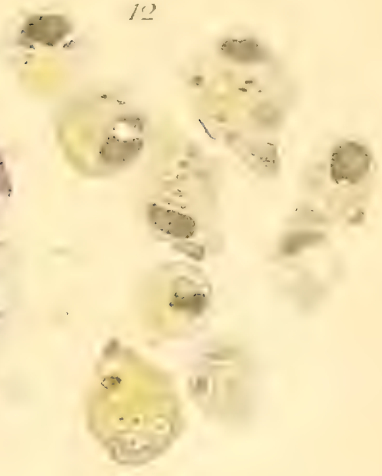
13



11



12



Erklärung der Tafel II.

Fig. 1—8. **Amphichoerus cinereus** Graff.

Fig. 1. Männliche und weibliche Kopulationsorgane, nach Quetschpräparaten gezeichnet. *ch* Eines der beiden Chitin-Mundstücke der Bursa seminalis. *dr* Drüsenkranz. *pe* Penis, mit seiner Spitze zur männlichen Geschlechtsöffnung vorgestreckt. *ps* Penisscheide. vd_1 „falsche" Samenblasen (zum Penis ziehende Spermaanhäufungen). *vs* Samenblase. ♀ Weibliche Geschlechtsöffnung.

Fig. 2—4. Verschiedene Formzustände der Bursa seminalis. *ch* Mundstücke der Bursa. ch_1 Abortive Mundstücke. *dr* Drüsenkranz. *s* Körniges Sekret der Bursa. ♀ Weibliche Geschlechtsöffnung.

Fig. 5—7. Von oben nach unten aufeinanderfolgende Flächenschnitte durch das Gehirn (Alaunkarmin, Cam. Obj. IV Seibert und Krafft). *b* Parenchymbalken. *cog* Vordere Querkommissur. *ep* Körperepithel. *g* Gehirn (dorsales Ganglienpaar). *gl* Längskommissur zwischen Gehirn und vorderen Kommissuralganglien. *nf* Frontalnerven. *nig* Ganglion der inneren Längsnerven. *nmc* Wurzeln der mittleren Längsnerven. *nmg* Ganglien, aus welchen dieselben entspringen. *ot* Otolithenblase. *sd* Stirndrüsen, deren Sekretstränge das Frontalorgan *so* zusammensetzen.

Fig. 8. Stück aus einem Querschnitte (Cam. Obj. IV. Nach einem Hämatoxylinpräparate, nur die rechte Randpartie bei *k* nach einem Alaunkarminpräparate eingetragen). *ep* Epithel. *g* Gehirn. *gz* Ganglienzellen (?). *h* Sinneshärchen der Randfurche. *ne* Aeusserer Längsnerv. *nmc* Wurzel des mittleren Längsnerven. *ot* Otolithenblase. *sd* Stirndrüsen und Sekretstränge solcher. *sz* Sinneszellen.

Erklärung der Tafel III.

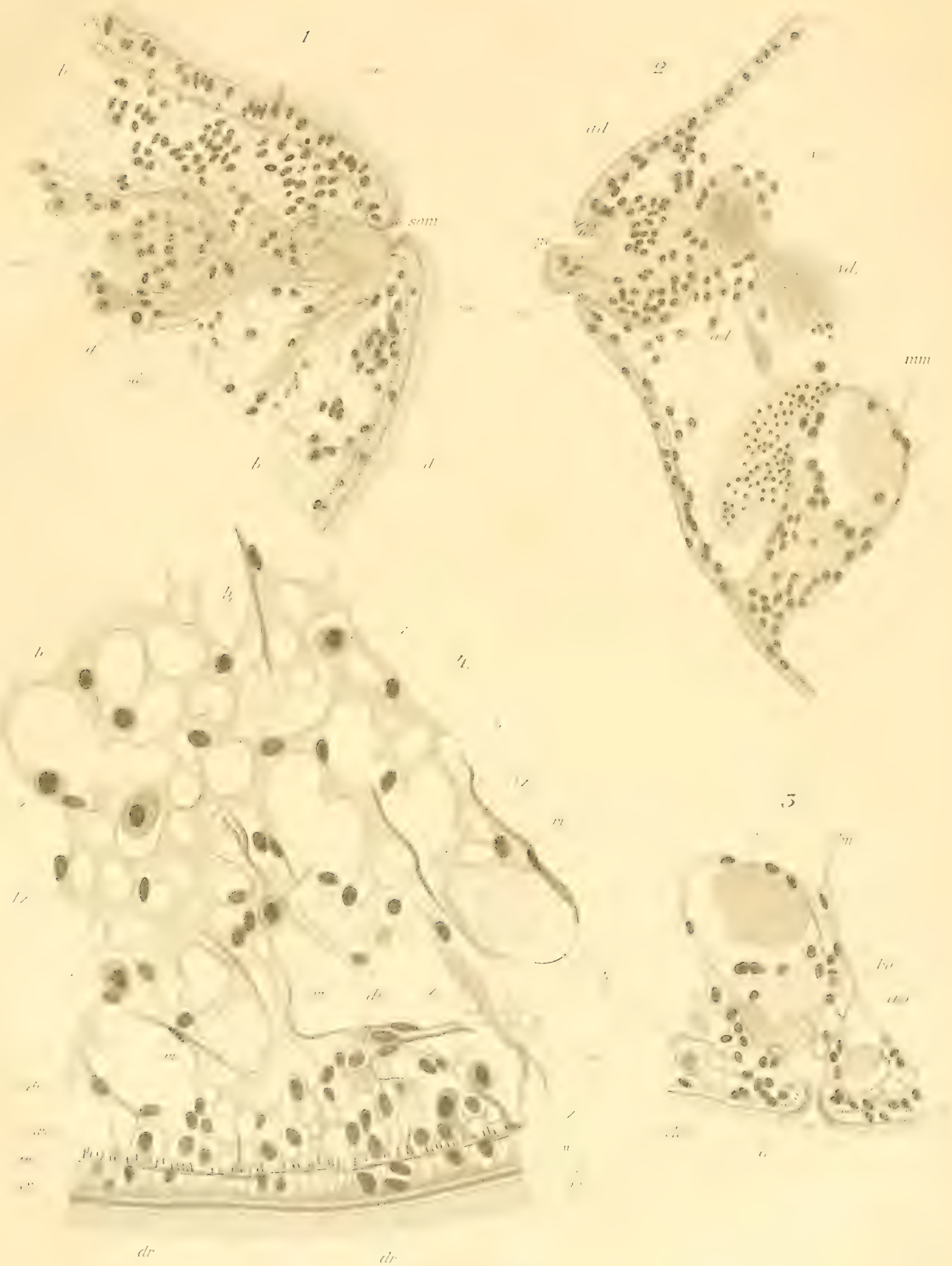
Fig. 1—4. Amphichoerus cinereus Graff.

Fig. 1. Vorderende aus einem medianen Längsschnitte (Alaunkarmin, Cam. Obj. IV Seibert und Krafft). *b* Parenchymgebälke. *co* Vordere Kommissur des Nervensystems. *dr* Hautdrüsen. *ep* Körperepithel. *g* Gehirn. *sd* Stirndrüsen. sd_1 Bündel von Sekretsträngen solcher. *so* Frontalorgan. *som* Mündung desselben.

Fig. 2. Hinterende eines medianen Längsschnittes (Alaunkarmin, Cam. Obj. IV). *ad* Accessorische Drüsen des männlichen Apparates, zwischen Penis und Samenblase einmündend. *ep* Körperepithel. *mm* Befestigungsmuskeln der Bursa seminalis. *pe* Penisspitze (nicht ganz median getroffen). *s* Sekretmasse im Mittelraume der Bursa (dieselbe ist hier fast um 90° verdreht, so dass der eine Seitenfortsatz derselben — vergl. Tafel II Fig. 1—3 — zum Theile mitgetroffen wurde). *st* Stäbchen (nervöser Natur?) im Epithel der männlichen Geschlechtsöffnung. vd_1 zum Penis ziehende Spermamassen. *vs* Samenblase.

Fig. 3. Die Bursa seminalis mit der weiblichen Geschlechtsöffnung (♀) aus einer anderen Schnittserie (Alaunkarmin, Cam. Obj. IV). *a* Weibliches Antrum. *bm* Befestigungsmuskeln der Bursa. *bo* Begattungsöffnung (mittlere Oeffnung zur Aufnahme des Sperma bei der Copula). *cho* Seitliche Oeffnungen für die beiden Chitin-Mundstücke. *ep* Körperepithel. *s* Sekret des Bursaepithels.

Fig. 4. Stück aus einem Querschnitte (Osmium-Essigsäure, Hämatoxylin, Cam. Obj. VI). *b* Stärkere Balken und Platten des Parenchyms mit Kernen. b_1 Zarteres schaumiges Parenchym. *bu* Bulbi der Cilien. *dr* Hautdrüsen. *ep* Körperepithel. *f* Fussstücke der Cilien. *kz* Indifferente Parenchymzelle dem Gebälke anliegend. kz_1 Freie indifferente Parenchymzelle. *lm* Längsfasern des Hautmuskelschlauches. *m* Dorsoventrale Parenchymmuskeln. *rm* Ringfasern des Hautmuskelschlauches. *w* Körniges Ende der Cilienwurzeln. *z* Fresszellen des Parenchym. z_1 Kleinkernige amöboide Parenchymzelle.


1
2
3
4
som
dr
dr
mm

Erklärung der Tafel IV.

Fig. 1—6. Convoluta sordida Graff.

Fig. 1. Mündung des Frontalorganes *so* (Hämatoxylin, Cam. Obj. V, Seibert und Krafft).

Fig. 2—4. Von vorne nach hinten aufeinanderfolgende Schnitte aus einer Querschnittserie, Hämatoxylintinktion und mit Pikrokarmin nachgefärbt.

Fig. 2. Schnitt durch die vorderen Kommissuralganglien und den frontalen Nervenplexus (Cam. Obj. IV). *cog* Kommissuralganglion. *dr* Hautdrüsen. go—go_{II} Flaschenförmige Drüsen. *hm* Horizontal verlaufende Parenchymmuskeln. *lm* Längsfasern des Hautmuskelschlauches. *nf* Frontalnerven. *nme* Wurzel des äusseren Längsnerven. *rm* Ringfasern des Hautmuskelschlauches. *sm* Seitenrandmuskel.

Fig. 3. Schnitt durch die Längsnerven (Cam. Obj. I). *n* Innerer Ventralnerv. n_I Aeusserer Ventralnerv. *ne* Aeusserer Längsnerv. *ni* Innerer Längsnerv. *nm* Mittlerer Längsnerv. *nr* Wurzel des Randnerven (?).

Fig. 4. Schnitt durch den Mund (*m*). Dieser Schnitt ist in

Fig. 5. bei stärkerer Vergrösserung (Cam. Obj. V) dargestellt. *cb* Balken des Centralparenchyms. *d* Diaphragma des Mundrandes. *dr* Hautdrüsen. dr_I u. dr_{II} Lücken, hervorgerufen durch vollständige oder theilweise Ausstossung der Drüsen. *ep* Körperepithel. *Fr* Frassobjekt (eine junge Convoluta). *hm* Horizontale Parenchymmuskeln. *kz* Indifferente Parenchymzellen. *lm* Längsfasern des Hautmuskelschlauches. m_I Mundmuskeln. *ne* Nerv des äussersten Körperrandes. *ov* Ovarialzellen. *ph* Phanyngealrohr. *rb* Zellen des pheripherischen Parenchyms. rb_I Ebensolche mit Vakuolen. *rm* Ringfasern des Hautmuskelschlauches. *sm* Seitenrandmuskel. *te* Hodenzellen. *z* Fresszellen des Parenchyms. z_I Ebensolche mit amöboiden Fortsätzen.

Fig. 6. Zwei flaschenförmige Drüsen aus einem Querschnitte, stark vergrössert (Hämatoxylin, Cam. Obj. VI). *a* Eine Drüse nicht angeschnitten, mit intakter Spitze (*b*). *c* Eine durchschnittene Drüse, deren Spitze (b_I) abgeschnitten wurde. c_I Matrixzelle der Chintinspitze. *ci* Cilien der Haut. *ep* Epithelzellen. *lm* Längsfasern und *rm* Ringfasern des Hautmuskelschlauches. *s* Sekret der Drüse.

4.
5
3.
6
2
1.
cog
rm
lm
so
sm
go
nf

Erklärung der Tafel V.

Fig. 1—3. Convoluta sordida Graff.

Von vorne nach hinten aufeinanderfolgende Schnitte aus einer Querschnittserie (Hämatoxylintinktion mit Pikrokarmin nachgefärbt, Cam. Obj. IV, Seibert und Krafft). Sie stellen das nämliche Kopulationsorgan dar und nur in Fig. 3 ist auch das Parenchym ausgeführt. Buchstabenbezeichnung: *ad* Accessorische Drüsen des Antrum. *dr* Hautdrüsen. *hm* Horizontal verlaufende Parenchymmuskeln. *m* Dorsoventrale Parenchymmuskeln. *pe* Penis. *pm* Muskularis desselben. *ps* Penisscheide. *rb* Zellen des peripherischen Parenchyms. *sm* Seitenrandmuskel. *ss* Kornsekret der Penisscheide. *sz* Sekretionszellen derselben. vd_I Spermaanhäufung. *z* Fresszellen des Parenchyms. ♂ Männliche Geschlechtsöffnung.

Fig. 4. Aphanostoma diversicolor Oerst.

Medianer Längsschnitt, mit Weglassung des Parenchyms und der Geschlechtsdrüsen (Hämatoxylin, Cam. Obj. IV). *bs* Mit Sperma erfüllte Bursa seminalis. *cd* Schwanzdrüsen. *d* Diaphragma des Mundrandes. *g* Gehirn. *ot* Otolithenblase. *pe* Penis. *ph* Pharynx. *pm* Protraktoren des Penis. *pr* Protraktor-Muskeln der Bursa seminalis. *ps* Penisscheide. *so* Mündung des Frontalorganes. *vs* Samenblase. ♂ Männliche und ♀ weibliche Geschlechtsöffnung.

Fig. 5—9. Convoluta paradoxa Oerst.

Fig. 5 u. 6. Umrisse zweier Querschnitte, um die Differenzen in der Form des Seitenrandes und im Verhalten des Pharynx zur Mundöffnung (*m*) zu zeigen.

Fig. 7—9. Aufeinanderfolgende Schnitte aus einer Sagittalschnittserie (Hämatoxylin, Cam. Obj. I). *bs* Bursa seminalis. *g* Gehirn. *go* Orales Giftorgan. go_I Erstes Paar und go_{II} zweites Paar der genitalen Giftorgane. *m* Mund. *ov* Ovarialzellen. *pe* Penis. *ps* Penisscheide. *r* Fixirende Muskeln der Bursa. vd_I Spermaanhäufung, zum Penis ziehend. *sd* u. sd_I Stirndrüsen. *so* Mündung des Frontalorganes. ♂ Männliche Geschlechtsöffnung.

Fig. 10. Convoluta flavibacillum Jens.

Vorderende eines gequetschten Spiritusexemplares mit dem heller erscheinenden Frontalorgane und dessen Mündung (*som*).

1
2
3
4
5
6
7
8
9

Erklärung der Tafel VI.

Fig. 1—11. Convoluta paradoxa Oerst.

Fig. 1. Querschnitt aus der Mundregion (Hämatoxylin, Cam. Obj. V Seibert und Krafft), die Zooxanthellen sind mit gelber Farbe angelegt. *cb* Kernführendes Centralparenchym. *ci* Cilien der Haut. *dr* Hautdrüsen. *ep* Körperepithel. *kz* Indifferente Zellen des Randparenchyms. *lm* Längsfasern des Hautmuskelschlauches. *m* Mund. *mf* Dorsoventrale Muskelfasern des Parenchyms. mf_1 Ebensolche, an den Mundrand inserirend. *ne* Aeusserer Längsnerv. *nph* Pharyngeal- oder Mundnerv. *nr* Randnerv. *ov* Ovarialzellen. *ph* Pharynx. *rb* Blasiges Gewebe des peripherischen Parenchyms.

Fig. 2. Schnitt derselben Serie und bei gleicher Vergrösserung aus dem Vorderende des Körpers. *ci* Cilien der Haut. *dr* Hautdrüsen. *ep* Epithel des Körpers. *kz* Indifferente Parenchymzellen. *mf* Dorsoventrale Muskelfasern. *np* u. np_1 Theile des frontalen Nervenplexus. *rb* Blasiges Gewebe des peripherischen Parenchyms. *so* Frontalorgan.

Fig. 3. Orales Giftorgan aus einem Sagittalschnitt (Hämatoxylintinktion mit Pikrokarmin nachgefärbt, Cam. Obj. V). *ch* Chintinringe oder -Düten des Ausführungsganges. *de* Drüsenepithel. *dm* Muscularis. *ep* Körperepithel. *ma* Matrix des Ausführungsganges. *ne* Stiftförmige Nervenendigungen (?). *pr* Protraktoren und *r* Retraktoren des Giftorganes. *s* Körniges Giftsekret. *z* Zellen unbekannter Bedeutung am Beginne des Ausführungsganges.

Fig. 4. Theil der einen Hälfte des Mundstückes der Bursa seminalis aus einem Querschnitte (Hämatoxylin, Cam. Obj. V). *ch* Chitinringe oder -Schüsseln. *i* Längsstreifige Intima des Ausführungsganges. *ma* Matrixzellen.

Fig. 5—11. Abbildungen des Nervensystems aus dem 16., 17., 19., 21., 22., 23. u. 29. Querschnitte einer Serie (Sublimat, Alaunkarmin, Cam, Obj. I). *cog* Vorderes Kommissuralganglion. *g* Gehirn. *gl* Längskommissur zwischen Gehirn und Kommissuralganglion. *n* Innerer und n_1 äusserer Ventralnerv. *ne* Aeusserer Längsnerv. *nf* Frontalnerven. *ni* Innerer Längsnerv. *nmg* Ganglion des mittleren Längsnerven. *nr* Randnerv. *on* Otolithennerv. *sd* Sekretstränge des Frontalorganes.

Erklärung der Tafel VII.

Fig. 1—10, 18 und 19. Convoluta Roscoffensis mihi.

Fig. 1. Das Thier nach dem Leben gezeichnet, 110× vergr., die Zoochlorellen bloss im Vorderkörper eingetragen, das gelbe Stäbchenpigment bloss in der Spitze vor dem Otholithen. *au* Augenfleck. *bs* Bursa seminalis. *ch* Chitinöses Mundstück der Bursa. *m* Mund. *ni* Innerer Längsnerv. *nm* Mittlerer Längsnerv. *ot* Otolithenblase. *ov* Ovarium. ov_1 Vordere Grenze desselben. *pe* Penis. *s* Rand der bauchseits umgebogenen Seitentheile. *sa* Sagittocysten. *so* Frontalorgan. vd_1 Zum Penis ziehende Spermamassen („falsche Samenblasen"). ♂ Männliche und ♀ weibliche Geschlechtsöffnung.

Fig. 2. Frontalorgan mit in Ablösung begriffenen Sekrettröpfchen.

Fig. 3. Vorderende eines fast medianen Längsschnittes (Hämatoxylin, Cam. Obj. IV Seibert und Krafft). *b* Parenchymgebälke. *co* Vordere Kommissur des Nervensystems. *dr* Hautdrüsen. *ep* Körperepithel. *g* Hintere und g_1 vordere Partie des Gehirnes, beide durch eine die Otolithenblase bedeckende Brücke verbunden. *m* Mund. *mf* Dorsoventrale Parenchymmuskeln. *ot* Otolithenblase. *sd* Stirndrüsen. *so* Mündung des Frontalorganes.

Fig. 4. Mittlere Körperregion aus einem medianen Längsschnitte (Alaunkarmin, Cam. Obj. IV). *b* Parenchymgebälke. *ep* Körperepithel. *dr* Hautdrüsen. *kz* Freie Parenchymzellen. *mf* Dorsoventrale Muskelfasern.

Fig. 5. Stärker vergrösserte Parenchympartie aus demselben Schnitte (Cam. Obj. VI) *b* Balken. *k* u. k_1 Kerne.

Fig. 6. Medianer Längsschnitt im Umriss (Cam. Obj. I). Bezeichnung wie in Fig. 1 u. 3.

Fig. 7. Bildungszellen der Sagittocysten mit Centralnadel, aus dem lebenden Thiere isolirt.

Fig. 8. Bildungszelle mit ausgebildeter Sagittocyste (*sa*), aus einem in Pikrokarmin gefärbten Längsschnitte.

Fig. 9 u. 10. Reifes Spermatozoon und stärker vergrössertes Vordertheil desselben mit der Wurzel der Kopfgeissel (Fig. 9).

Fig. 18. Mundstück der Bursa seminalis, 550× vergr.

Fig. 19. Otolithenblase mit dem äquatorialen Streifen (*s*).

Fig. 11—17. Convoluta Schultzii O. Schm.

Fig. 11. Das Thier nach dem Leben gezeichnet, 110× vergr., Zoochlorellen und gelbes Stächenpigment bloss im Vorderkörper eingetragen. Bezeichnung wie Fig. 1.

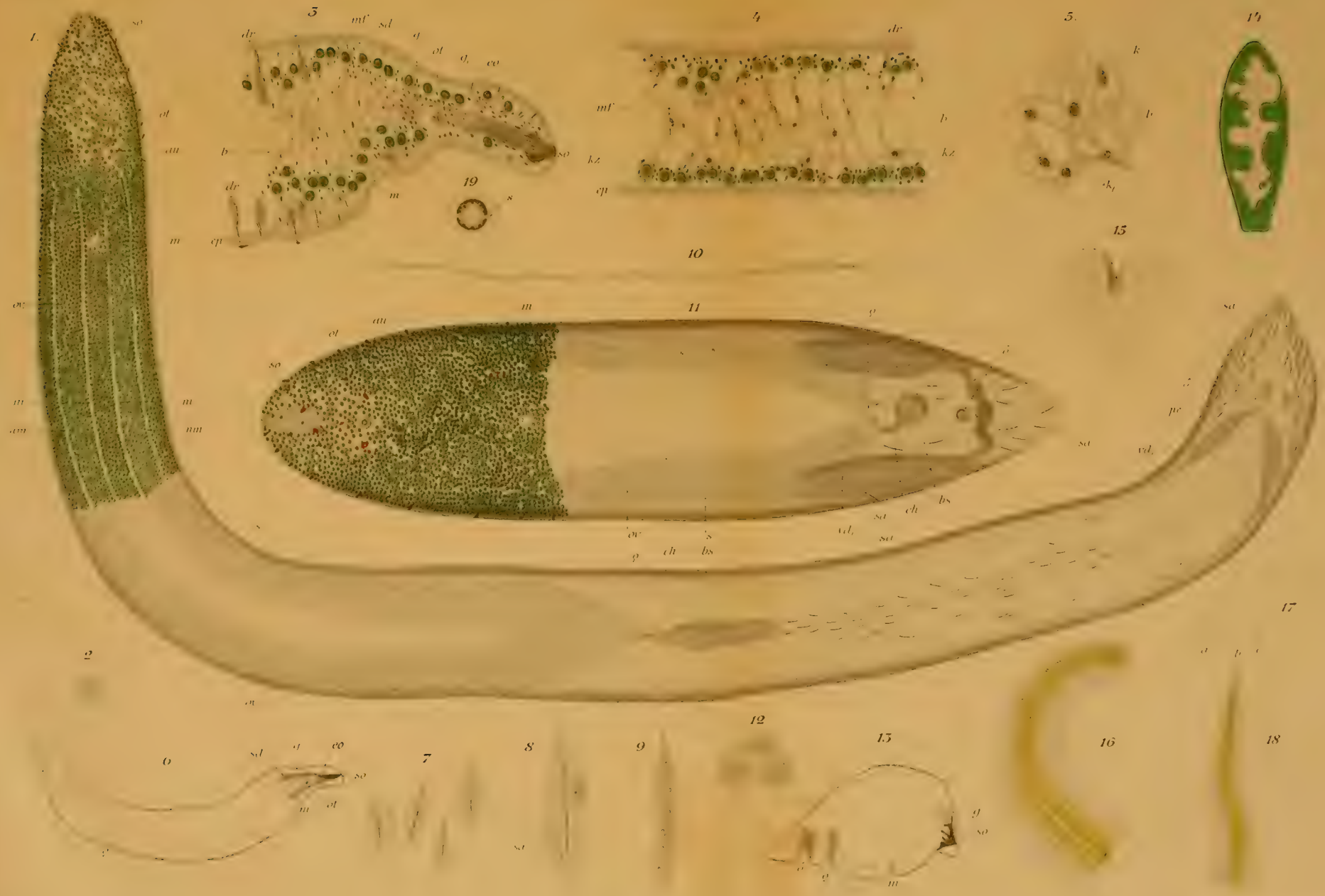
Fig. 12. Krystalloid-Zellen, aus dem lebenden Thiere isolirt.

Fig. 13. Medianer Längsschnitt im Umriss. Bezeichnung wie in Fig. 1 u. 3.

Fig. 14. Ein Individuum mit dorsal (im weissen Fleck) angehäuften Krystalloiden.

Fig. 15. Formzustand eines Thieres mit eingezogenem Vorderende und ausgebreiteten Seitentheilen.

Fig. 16. Mundstück der Bursa seminalis, bei der gleichen Vergrösserung wie Fig. 18 gezeichnet.


1.
2
3
4
5.
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19

Erklärung der Tafel VIII.

Fig. 1 und 2. Convoluta Roscoffensis mihi.

Fig. 1. Theil des peripherischen Nervensystems (hinteres Ende der Rückseite des Körpers nach der Goldmethode von Delage). *c* Querkommissuren der Längsnervenstämme. *lm* Längsfasern des Hautmuskelschlauches. *ni* Innere Längsnerven. *nm* Mittlere Längsnerven. *nn* Subcutanes Nervennetz. *rm* Ringfasern des Hautmuskelschlauches.

Fig. 2. *a—c* Starkvergrösserte Nematocysten, aus dem lebenden Thiere isolirt.

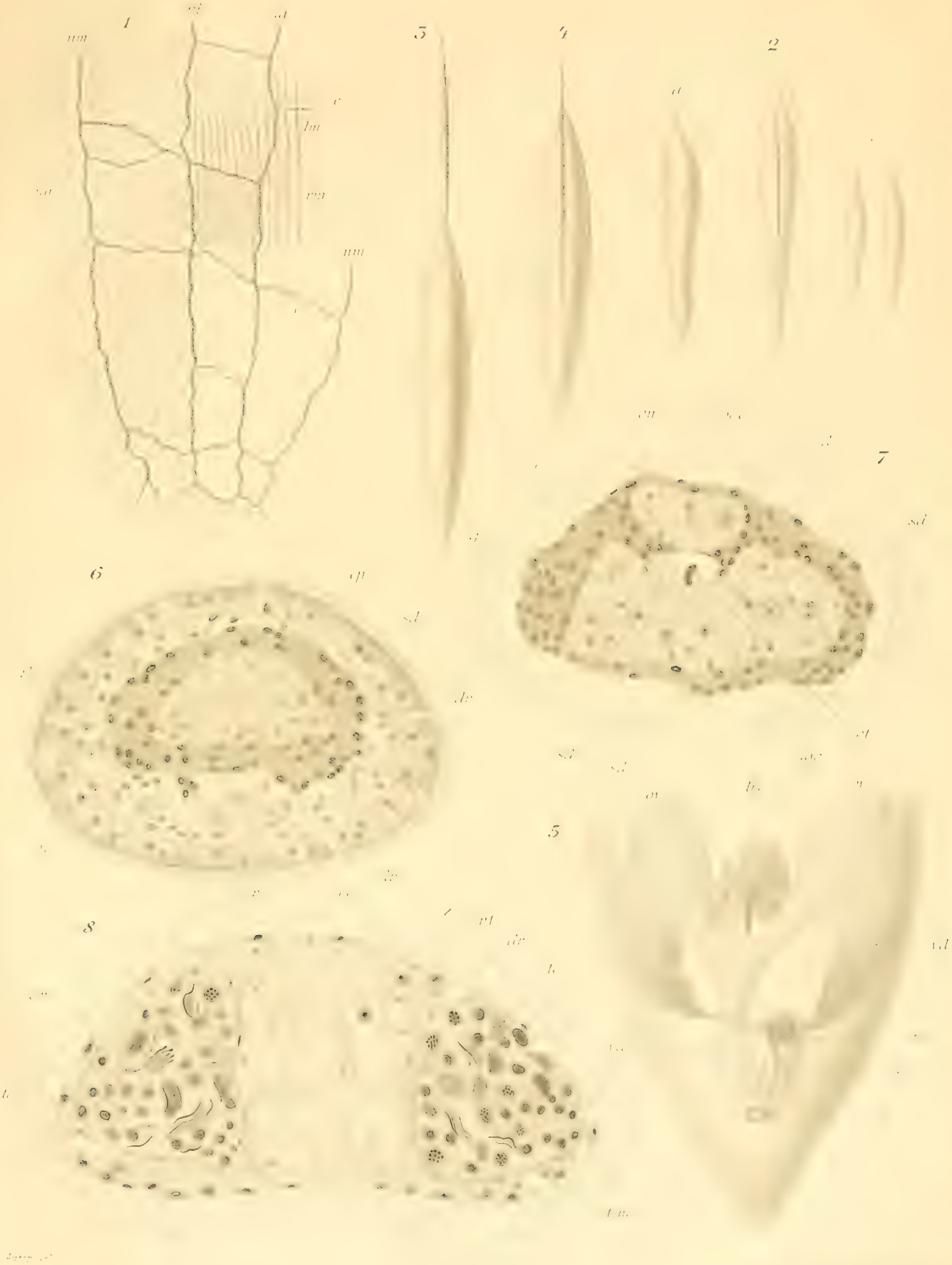
Fig. 3 und 4. Convoluta Schultzii O. Schm.

Starkvergrösserte Nematocysten in der Entladung, nach dem Leben gezeichnet.

Fig. 5—8. Monoporus rubropunctatus (O. Schm.)

Fig. 5. Uebersicht des Geschlechtsapparates in einem frischen Quetschpräparat. *bs* Bursa seminalis, *ov* Ovarien. *pe* Penis. *va* Vagina. vd_I Spermaanhäufungen. *vs* Samenblase. ♂♀ Gemeinsame Geschlechtsöffnung.

Fig. 6—8. Aufeinanderfolgende Querschnitte aus einer Serie — fortgesetzt in Taf. IX Fig. 1—4 — (Boraxkarmin, Cam. Obj. V Seibert und Krafft); Fig. 6 und 7 stellen das Centralnervensystem, Fig. 8 das Verhältniss der Hoden zum Parenchym dar. *b* Parenchymbalken. *cb* Centralparenchym. *dr* Hautdrüsen. *ep* Körperepithel. *g* Gehirn. g_I Seitliche Anschwellung des Hirnringes. *kz* Wandständige Parenchymzellen. *mf* Dorsoventrale Parenchymmuskeln. *ogc* Obere Hirnkommissur. *on* Otolithennerv. *ot* Otolith. sd_I Stirndrüsen. *sd* Sekretstränge derselben. *te* Hoden. *tem* Hüllmembran des Hodens. *ugc* Untere Hirnkommissur. z_I Amöboide Zelle des Parenchyms.


1
3
4
2
7
6
5
8

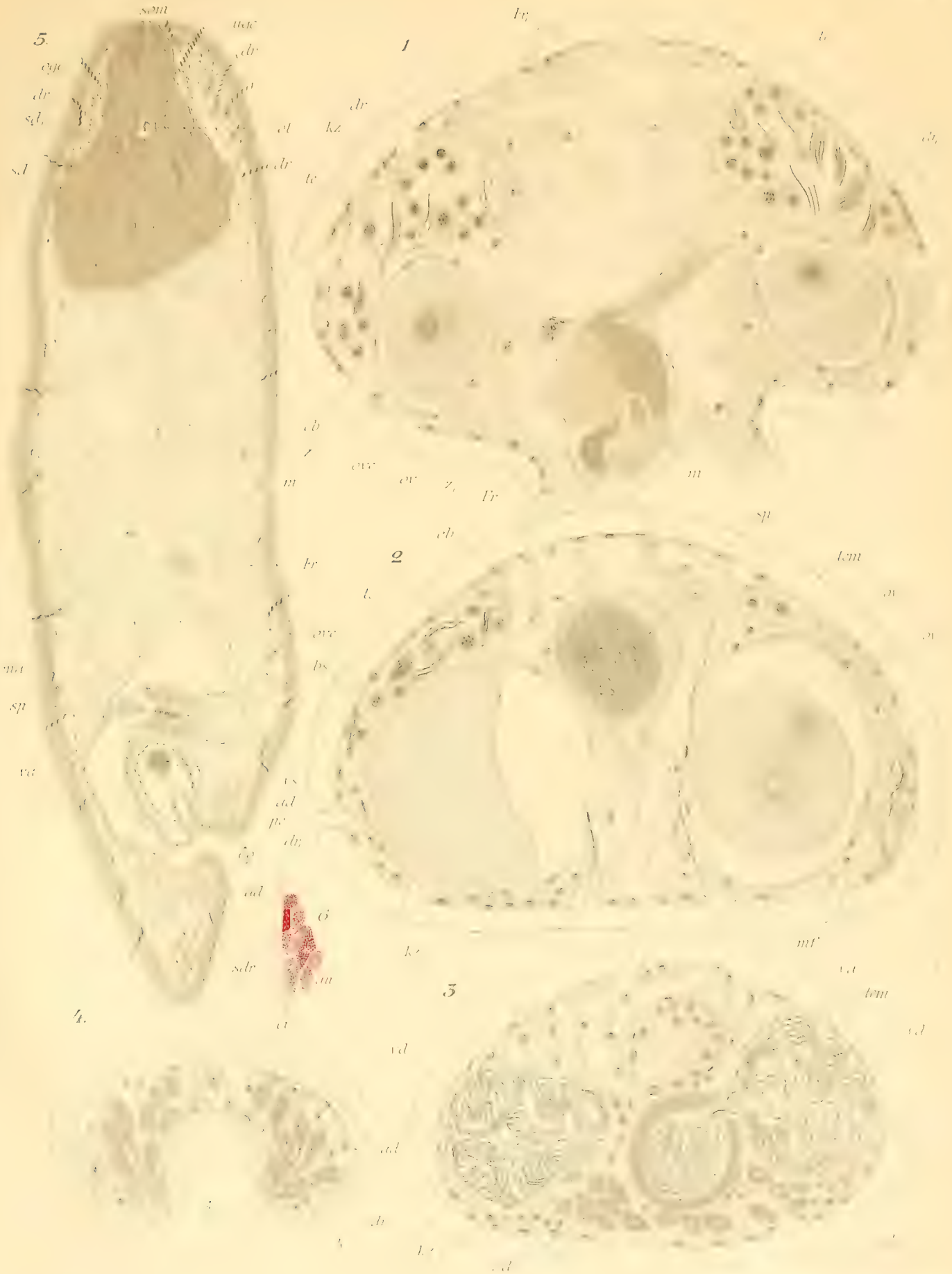
Erklärung der Tafel IX.

Fig. 1—6. Monoporus rubropunctatus (O. Schm.)

Fig. 1—4. Weitere aufeinanderfolgende Querschnitte aus der Serie, welcher Fig. 6—8 auf Taf. VIII angehören. *ad* Accessorische Drüsen des Geschlechtsapparates. *cb* Centralparenchym. *dr* Hautdrüsen. dr_I durch Auswerfen solcher erzeugte Lücken. *Fr* und Fr_I Mehrweniger verdaute Nahrungsobjekte (Rotatorien). *k* Kerne der Epithelzellen. *kz* Wandständige Parenchymzellen. *m* Mund. *mf* Dorsoventrale Parenchymmuskeln. *ov* Ovarien. *ove* Ovarialepithel. *sp* Spermamassen. *te* Hoden. *tem* Hüllmembran des Hodens. *va* Vagina. vd_I Von reifen Spermatozoen erfülltes Hinterende des Hodens. *vs* Samenblase. ♂♀ Gemeinsame Geschlechtsöffnung.

Fig. 5 Medianer Längsschnitt durch das ganze Thier (Hämatoxylin, Cam. Obj. IV). *ad* Accessorische Drüsen des Atrium genitale. *bs* Bursa seminalis. *cb* Parenchym. *dr* und dr_I Hautdrüsen. *Fr* Fremdkörper. *m* Mund. *ma* Matrix des Bursa-Mundstückes. *ogc* Obere Hirnkommissur. *ot* Otolithenblase. *ove* Ovarialepithel. *pe* Penis. sd_I Stirndrüsen. *sd* Sekretstränge derselben. *sdr* Schwanzdrüsen. *som* Mündung des Frontalorganes. *sp* Spermamasse. *ugc* Untere Hirnkommissur. *va* Vagina. *vs* Samenblase. z_I Amöboide Parenchymzelle. ♂♀ Gemeinsame Geschlechtsöffnung.

Fig. 6. Die Zusammensetzung des Augenfleckes *(au)* aus pigmentirten Epithelzellen darstellend.


5.
1
2
3
4.
som
dr
kz
m
sp
tem
mf
sdr

Erklärung der Tafel X.

Fig. 1—9. Proporus venenosus (O. Schm.)

Fig. 1 u. 2. Gehirnumrisse aus Flächenschnitten (Hämatoxylin, Cam. Obj. V Seibert und Krafft) u. z. Fig. 1 die zweilappige dorsale Anschwellung, Fig. 2 die beiden ventralen Ganglienpaare (das vordere *ga* und das hintere *gp*) darstellend. *ot* Otolithenblase.

Fig. 3. Vorderende aus einem Flächenschnitte (Hämatoxylin Cam. Obj. V) unterhalb der Region der Fig. 1 u. 2. *au* Auge. *cb* Parenchym. *ci* Cilien der Haut. *dr* u. dr_I Hautdrüsen. *ep* Körperepithel. *Fr* Nahrungsobjekte (Diatomeen). *ga* Vorderes Ventralganglion und *gp* hinteres Ventralganglion des Gehirnes. *nf* Frontalnerven. *ot* Otolithenblase. *sd*, sd_I und (?) sd_{II} Stirndrüsen. *so* Mündung des Frontalorganes. z_I Amöboide Zellen des Parenchyms.

Fig. 4. Hinterende eines Flächenschnittes aus derselben Serie wie Fig. 3 (Cam. Obj. IV). *cb* Parenchym. *de* Ductus ejaculatorius. *dr* Hautdrüsen. *E* u. E_I Eizellen. *en* u. en_I Ei-Nahrungszellen des Ovariums. *ove* Ovarialepithel. *pe* Penis. *te* Hodenzellen. *vs* Samenblase. z_I Amöboidzellen des Parenchyms. ♂♀ Gemeinsame Geschlechtsöffnung.

Fig. 5. Umrisse eines (kombinirten) Flächenschnittes (Hämatoxylin, Cam. Obj. I). *g* Gehirn. *m* Mund. *ov* Eier. *pe* Penis. *ph* Pharynx. *vs* Samenblase. ♂♀ Geschlechtsöffnung.

Fig. 6—8. Aufeinanderfolgende Querschnitte aus einer Serie (Alaunkarmin, Cam. Obj. V). *cb* Parenchym. *ci* Cilien der Haut. *dr* Hautdrüsen. *E* Eizellen. *en* Ei-Nahrungszellen. *Fr* Frassobjekte (Diatomeen). *g*, g_I, g_{II} Gangliöse Gehirnanschwellungen. *m* Mund. *ot* Otolithenblase. *ph* Pharynx. *sd* Stirndrüsen. *so* Region der Mündung des Frontalorganes. *te* Hodenzellen. *x* Parenchymlücke über dem Gehirne. z_I Amöboidzellen des Parenchyms.

Fig. 9. Verschiedene Hautdrüsen mit (*dr*, dr_{II}) und ohne Rhabditen (dr_I) stärker vergrössert (Hämatoxylin, Cam. Obj. VI). *ci* Cilien der Haut. *ep* Epithelialschichte.